

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUD. AKADEMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

XXI. KÖTET. 1. SZÁM. 1891.

VIZSGÁLATOK

AZ IZOMRÁNGÁS LEFOLYÁSÁNAK KÜLÖNBÖZŐ BEHATÁSOKRA BEÁLLÓ MÓDOSULATAIRÓL, A JENDRÁSSIK ÖSSZEHÚZÓDÁSI ELMÉLETÉNEK ALAPJÁN.

REGÉCZY NAGY IMRE

TANÁRTÓL.

(Bemutatta az osztályülésen, 1891. február 16-án Jendrássik J. r. t.)

Ara 60 kr.

BUDAPEST.

1891.

M. ACADEMIA'
KÖNYVTÁRA

TARTALOM.

1. szám. Vizsgálatok az izomrágás lefolyásának különböző behatásokra beálló módosulatairól. A Jendrassik összehúzóási elméletének alapján. *Regéczy Nagy Imrétől.*
 2. „ Spektrál-fotografiai tanulmányok. *Gothard Jenőtől.* (Székfoglaló.)
 3. „ A Vorticellinák rugalmas és összehúzódó elemei. (I—III. táblával.) *Dr. Entz Géztől.* (Székfoglaló.)
 4. „ Adatok a Pyroxen-csoport egyes ásványainak pontosabb ismeretéhez. (I—VI. tábla kristályrajzzal.) *Schmidt Sándortól.* (Székfoglaló.)
-

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUD. AKADÉMIA.

A. III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF

OSZTÁLYTITKÁR.

M. ACADEMIA
KÖNYVTÁRA

VIZSGÁLATOK AZ IZOMRÁNGÁS LEFOLYÁSÁNAK KÜLÖNBÖZŐ BEHATÁSOKRA BEÁLLÓ MÓDOSULATAIRÓL, A JENDRÁSSIK ÖSSZEHÚZÓDÁSI ELMÉLETÉNEK ALAPJÁN.

REGÉCZY NAGY IMRE tanártól.

(Bemutatta az osztályülésen, 1891. február 16-án Jendrassik J. r. t.)

ELŐSZÓ.

*Jendrassik Jen*ő úrnak 1874-ben megjelent¹⁾ értekezésében, — *«Erster Beitrag zur Analyse der Zuckungswelle der quergestreiften Muskelfasern»* — a hullámelmélet alapján kísérlette meg az izomösszehúzódás kinematikáját megállapítani, és matematikai levezetések útján olyan formulákhoz jutott, a melyek, mint az összehúzódási görbe időbeli lefolyásának kifejezései, a myogrammmal némely sarkalatos pontjainak érték meghatározása után, lehetségessé tették az izomrángásnak kezdetétől mért bármely tetszőszerinti pillanatban elért megrövidülést kiszámítani.

Az ilyen módon nyert értékeknek összehasonlításából a myogrammgörbén közvetlenül lemért értékekkel megcáfolhatatlanul ki kell annak tűnnie, vajjon ama levezetéseknek alapjai, a melyek éppen matematikai biztossággal vezettek a végső formulához, az izomösszehúzódásnak a kinematikáját illetőleg is érvé-

¹⁾ *Reichert's u. du Bois-Reymond's Archiv f. Anatomie und Physiologie* 1874. 513—597. l.

nyesek-e, avagy sem? — Az értekezésben közölt példasorból azt láthatjuk, hogy a rángási görbék metszéki tengelye hosszában 5 mméterenként közvetlenül lemerített rövidülési értékek és a megfelelő időkre kiszámított értékek, olyan igen csekély különbséget mutatnak, hogy a jelenkori physikai kísérleteknél sem mutatkozik ennél csekélyebb különbség, s ezt a kísérleti hibákból eredőnek tekintik, semmiképen pedig a kérdéses viszonyok ellenbizonyítékának; ennél fogva az izom összehúzódására vonatkozó értékeket is a legkielégítőbb módon egyezőeknek lehet tekinteni.

Az értekezésben közölt tényeknek elfogulatlan és komoly átgondolása, vélekedésem szerint már magában is minden kétséget eloszlatott volna a felől, hogy a hullámtan törvényeinek ez alapján, az izomrángásra vonatkozólag levezetett lefolyási mód, a tényleges összehúzódás lefolyásának kinematikai értelemben teljesen megfelel; ha pedig valaki alkalmas eszközök segítségével nyert myogrammon pontos lemeréseket tesz, és a görbéket az értekezésben adott útmutatás szerint elemzés alá veszi, lehetetlen szilárd meggyőződésre nem jutnia a felől, hogy csupán a hullámmélet nyújthat biztos alapot az izomrángásoknak állandóan fenmaradó matematikai jellegének megfejtésére.

Az erre vonatkozó kérdéseknek hosszú, alapos és lelkiismeretes tanulmányozása, azt a meggyőződést keltette bennem, hogy a *Jendrassik* elmélete az izomösszehúzódás kinematikai törvényeit illetőleg oly vezérfonal, a melynek nyomán sok tévedéstől megmenekedhetünk, s az e téren fölmerült különféle fölfogások közt legelőbb fog a célhoz vezetni.

Ha *Jendrassik* előtt egyáltalában semmi kísérlet sem történt az izomösszehúzódásnak a hullámtan alapján való kinematikai levezetésre, — ámbár a du *Bois-Reymond*nak, *Aeby*nek, *Bernsteinnak* és másoknak erre vonatkozó előbbi vizsgálataiból mindinkább kitűnt, hogy az idegnek és az izomnak az ingerülete, épenúgy az ingerülettel egyidejű izomösszehúzódás is, hullámfolyamatnak tekintendő, — míg ugyanakkor másféle, máshonnan kölcsönzött hypothesisekben egyáltalában nem volt hiány, a melyek vagy semmi alapra nem támaszkodtak, vagy legalább semmi esetre sem olyan megbízható alapra, mint a milyent a

hullámtan nyújthat. Az a tényállás, mely szerint *Jendrassik*nak ez irányú kísérlete, némely nagytekintélyű bűvároktól teljes méltánylásban részesült, míg mások azt figyelemkre sem méltatták, s így behatóbb utólagos vizsgálat nem is történt, a physikai tudomány történetében is számos példából ismeretes; a mi most a tudományban nagy tekintélyben áll és közelismerésben részesül, a mikor régen első képviselője által nyilvánossá lett, sokáig megfigyeletlenül maradt egy képzelt igazsággal szemben, a mely azóta alap nélkül megsemmisült. Ebben az esetben, úgy látszik, hogy a kellő méltatás hiányát a következő körülményekben kereshetjük.

Egy részről ugyanis a kérdéses föladat megértése és alapos megítélése némi matematikai elemző képességet kíván, a mi az életbűvárok közt nyilván még jelenleg sem található föl általánosságban. — Hogy másrésről a föladattal való foglalkozás még az olyan bűvárok körében sem talált vállalkozásra, a kik különben a legnehezebb matematikai föladatok megoldására is hívatottaknak bizonyultak, ennek oka nyilván abban rejlik, hogy egyrésről az izomrángás tanulmányozására használatban levő különböző myographiumok, másrésről a mozgató készüléknek egyenlőtlen sebességű hajtóképesége, még inkább a jelző emeltyűnek a nyert sebességtől származó túlszökései miatt, az izomrángásnak csak többé-kevésbbé elferdített alakját szolgáltatják.

Ilyen elferdülés pedig, *Jendrassik* úrnak még nem közölt vizsgálatai szerint, — kinek engedélyével erre itt hivatkozhatom, — különösen akkor mutatkozik, ha könnyű emeltyűknél a megterhelés a kellőnél kisebb. Minél jobban elferdül a myogrammgörbe, annál kevésbbé mutatja a megfelelő, lényeges, állandóan megmaradó jelleget és annál kevésbbé lesz alkalmas jellegének matematikai tárgyalására.

Már maga az elv, a melyen az eső myographium szerkezete alapúl, de különösen az a sok szerkezeti előny, a melyet a *Jendrassik* által módosított eső-myographium nyújt,¹⁾ valamint mellékkészülékei, — a melyek közül a *mérőállvány*, a melyen a myogrammgörbe a legpontosabban és legkönnyebben lemérhető,

¹⁾ Fall-Myographion. Carl's Repert. f. exp. Physik. Bd. IX. S. 313—330.

említésre különösen érdemes, — e készüléket az izomrágás lefolyásának tanulmányozására minden myographium közt a legalkalmasabbá teszik.

Jendrassik ¹⁾ a sorakoztató myographium leírásának előszavában már fölemlítette, hogy az izomösszehúzódnak a kinematikáját nyilván csak az előbb pontosan megállapított kinematika alapján lehet tárgyalás alá venni, tekintetbe véve mind azokat a változásokat, a melyeket a rágási görbének időbeli lefolyásában, a különböző külső körülmények okoznak; ilyenek: az alkalmazott inger minősége és ereje, az izomnak pihent vagy fáradt állapota, ingerlékenysége, életképessége, hőmérséke, többé-kevésbé megterhelt volta stb., a melyek mind a hullámtan alapján kifejezhető kinematikai tényezőknek változásaival állanak oki viszonyban.

A különböző hatásokkal együtt változó izomgörbe időbeli lefolyásának meghatározásai pedig azért olyan nagy jelentőségűek, minthogy azok útján juthatunk el a kinematikai viszonyok ismeretéhez is.

Kitűzött kísérleteimnek célja tehát az olyan irányú tanulmányozás, a melynek folyamán meg lehet állapítani, hogy a külső körülmények milyen összefüggésben állanak a hullámtan értelmében közvetlenül föltételezett értékekkel, mint a lengési idő, a tovaterjedési sebesség, a hullámhossz, a rágási görbének legnagyobb magassága és időtartama; — ezeknél a vizsgálatoknál fölmerülő különbségek, s azoknak a még meg nem oldott kérdésekkel való sajátyszerű összefüggése arra indít, hogy azokat egyelőre külön vegyem vizsgálat tárgyául. El nem kerülhető azonban mindenekelőtt némely általános jelentőségű kérdésnek beható tárgyalása. Ilyen kérdések:

I. Az izomnak kezdeti megnyúlása, — a melyet először *Jendrassik* mutatott ki, s a melynél fogva a rágási görbe később kezdődik, mint az ingerület pillanatának megfelelne, — mennyiben módosítja a kinematikai tényezőknek kiszámítható értékét?

II. Vajjon mitől ered az a nagy különbség, a mely az inge-

¹⁾ A magától sorakoztató eső-myographium. A m. Tud. Akadémia III-ik osztályának külön kiadványa. 1881. II. 6. táblával.

rületnek tovaterjedési sebességére vonatkozólag a különféle kísérleti módszerek alkalmazásánál mutatkozott?

Itten bemutatott közleményem az első kérdésnek (I.) kísérleti eredményét tartalmazza.

I.

A rángási görbe lemeréséből nyert adatoknak értékesítése a kinematikai tényezők kiszámításánál.

BEVEZETÉS.

Jendrassik fölvétele szerint az izomösszehúzódás oly módon jön létre, hogy az ingerhatás helyétől kiindulva az izom elemi rétegei egymásutáni sorrendben helyökből kimozdulva, az izom hossza irányában lengést tesznek, és e közben egymáshoz közelednek, mely folyamat az egész izom megrövidülésével jár. — A kilendülés lényege az elemi rétegeknek az izom hosszúsági iránya szerinti megkeskenyülésében áll, de e folyamat — végmenetének időbeli lefolyását tekintve — megfelel egy ingalengésnek. — A kilengési folyamat az egész izom hosszában oly eredményes megrövidülést fog létrehozni, a mely pillanatról pillanatra megfelel az elemi rétegek éppen elért kilengései összegének. Az elméletet részletesebben kifejteni nem lehet czélom, minthogy az egész folyamat átértéséhez úgylis az eredeti dolgozat beható tanulmányozása szükséges, a melyben a féllengés fölvehetésének megokolása is megtalálható, és a melyben a következők oly kapcsolatos sorrendben folynak egymásból, a mint az rövid kivonatban elő sem volna adható.

Mint minden hullámmozgásnál, úgy a rövidülési hullámnál is figyelmünket első sorban az elemi rétegek *lengési idejére* (T) és a rövidülési hullám *tovaterjedési sebességére* (v) kell fordítanunk, a melyek a *hullám hosszát* (l) eredményezik.

E tényezők az izom hosszának ismerete mellett a rángási görbe lemerése által nyerhető adatokból kiszámíthatók; és pedig elégséges lemérni a görbe legnagyobb emelkedése helyén a magasságot (Hm), a legnagyobb emelkedésig lefolyt időt a görbe

kezdetétől számítva (Tm), és ezeken kívül vagy a félmagasság pillanatát (Th), vagy a görbe fordulópontjának pillanatát. (Tw).

A számítás módja különböző az alapjául szolgáló elemek szerint; továbbá a hullám és az izom hossza közt levő viszony szerint; ez a viszony azonban az izomgörbe lemeréséből nyert adatokból könnyen megállapítható.

A *Jendrassik* értekezésében levő lemerésekből és számításokból az tűnik ki, hogy a rövidülések kiszámított értékei a lemerített értékekkel a lehető legnagyobb összehangzást mutatják, kivéve a rángási görbe kezdetére vonatkozó értékeket, a melyeknél az esetek nagyobb számában eltérés van. E különbségről *Jendrassik*¹⁾ a következőket mondja: «Az izom megnyújtása a rövidülést gátló tényezők által az izomvég emelkedését nemcsak kibélelheti, hanem eleinte egészen meg is akadályozhatja, mindaddig, a míg a tovább fejlődő rövidülési hullám miatt az izom emelőképesége annyira növekedett, hogy a nyújtás már nem elégséges a rövidülés kiegyenlítésére. Így tényleg a rángási görbe később kezdődhetik, mint a hogy a rövidülési hullám megindul» . . . és a rángási görbe «igazi kezdete egy korábbi pillanatra esik, mint a kiszámított görbéé».

A kezdeti eltérés tehát a kiszámított és a lemerített értékek közt abból származik, hogy a rángási görbe kezdetét nem lehet pontosan meghatározni; az ingerhatás pillanatától a rángási görbe kezdetéig terjedő szakasz, az ingerületnek ú. n. lappangási időszakasa, — ha egyáltalában van ilyen, — az izom kezdeti megnyúlása miatt hosszabbnak látszik.

Egyik értekezésemben²⁾ kimutattam, hogy alkalmas berendezés mellett a rángás lappangási szakaszának hosszát igen csekély értékre lehet lefogyasztani: oly viszonyok közt ugyanis, a midőn az izom kezdeti megnyúlása a lehető legkisebb fokra le van szállítva, a rángási görbe, az ingerlés pillanatától számítva, 0.002 mp.-nél kisebb elıkéséssel kezdődik.

Néhány görbesor elemzése közben a következőkben arra

¹⁾ L. e. 595. lap.

²⁾ Az ingerület látszólagos lappangási időszaka az izom közvetlen ingerlésekor. Dolgozat az egyetemi élettani intézetből. VI. füzet. A. m. tud. Akadémia III. osztályának kiadványa. XVII. köt. 5. sz. 1887. 61. l. *Iflüger's Archiv f. d. ges. Physiol.* Bd. XLIII. S. 584.

vonatkozólag igyekszem adatokat szerezni, hogy miután a rángási tényezők kiszámítására szolgáló egyenletekben a T_m , és T_h vagy T_w idők előfordúlnak, ez időértékeket honnan kell számítani, a görbe kezdetétől, avagy egy előbb eső ponttól; továbbá, hogy talán jogosult az a fölvetel, hogy az ingerület beállásának pillanata összeesik az ingerhatás pillanatával, ettől tehát a rövidülési hullám megindulása sem késik el, a mire már előbbi vizsgálataim is rámutattak.

Dolgozatomban a rángási tényezők kiszámításának módjait, és a rángás lefolyását illető számítások eredményét hasonlítom össze.

ELSŐ RÉSZ.

A rángási görbék sarkalatos pontjai.

Fejtegetésem alapjául ama görbesorok egy része szolgál, a melyek lappangási időértékei (T_l) egyik értekezésemben ¹⁾ már föl vannak sorolva, és a melyeknél a béka adductor magnus (Ecker) izma oly módon jegyezte föl rángásait az eső-myographium lemezére, hogy vagy az izom felső harmada határán elhelyezett és erősen leszorított fogóban levő elektrodpártól indúlt ki az ingerület, melyet a szánkakészüléknek szakítási bevezetett árama keltett; vagy az elektrodoknak csak egyikét vettem igénybe, és az izom felső végén, tehát a leszorítás helye fölött helyeztem el a másik elektrodot, az ingerlő áramot fölszálló vagy leszálló irányban vezetve át az izom felső szakaszán, úgy hogy egyszer az anodtól, másszor a kathodtól kiinduló inger szolgált a jelző izomfélben a rángás kiváltására. — A berendezés e részletei azonban a jelen fejtegetésekre közönyösek, mert a különböző beállítás mellett nyert görbék összehasonlítására nem terjeszkedem ki, hanem csak az egyenlő beállítás mellett nyert görbéket hasonlítom össze egymással, és tulajdonképen minden egyes görbét külön veszek elemzés alá.

¹⁾ Az ingerület kiindulási helyének meghatározása stb. A m. tud. Akadémia III. osztályának kiadványa XVII. k. 5. sz. 1887. 46—47. l.

A rángás sorszáma	Áramerő ingerlő elektrod	Javított értékek															
		lemérve					az ingerlés pillanatától számítva						a görbe kezdetétől számítva				
							T _m		T _h		T _w		T _m		T _h		
		T _l	T _m	T _h	T _w	H _m											
4	1000+	5'6	62'6	30'3	22'5	9'0	61'8	.	30'1	.	22'4	.	56'2	.	24'5	.	
5	900—	6'0	58'6	30'5	24'6	8'6	.	57'9	.	30'3	.	24'5	.	51'9	.	24'3	
6	900+	5'4	63'1	31'2	25'0	8'8	62'35	.	31'0	.	24'9	.	56'95	.	25'6	.	
7	800—	7'3	63'5	31'5	25'5	8'7	.	62'75	.	31'35	.	25'5	.	55'45	.	24'05	
8	800+	7'4	62'5	31'1	24'9	8'7	61'75	.	30'95	.	24'9	.	54'35	.	23'55	.	
9	700—	9'3	62'6	32'1	25'3	8'4	.	61'9	.	31'95	.	25'3	.	52'6	.	22'65	
10	700+	8'8	62'7	30'6	25'0	8'5	62'0	.	30'45	.	25'0	.	53'2	.	21'65	.	
11	600—	9'2	62'2	32'2	25'9	8'1	.	61'55	.	32'05	.	25'9	.	52'35	.	22'85	
12	600+	9'0	62'4	30'8	24'1	8'5	61'7	.	30'65	.	24'1	.	52'7	.	21'65	.	
13	500—	10'1	63'2	32'9	25'8	7'6	.	63'65	.	32'75	.	25'8	.	53'55	.	22'65	
14	500+	8'8	62'2	32'1	24'5	8'1	61'55	.	31'95	.	24'5	.	52'75	.	23'15	.	
15	400—	10'3	62'9	34'0	25'8	7'1	.	62'4	.	33'95	.	25'8	.	52'1	.	23'65	
16	400+	10'2	62'2	33'0	23'6	7'7	61'65	.	32'85	.	23'6	.	51'45	.	22'65	.	
17	300—	10'8	63'0	35'0	25'9	7'0	.	62'5	.	34'9	.	25'9	.	51'7	.	24'1	
18	300+	10'5	63'4	34'0	23'5	7'4	62'9	.	33'9	.	23'7	.	52'4	.	23'4	.	
19	200—	14'8	7'3	37'7	27'2	6'7	.	66'85	.	33'6	.	27'2	.	52'05	.	22'8	
20	200+	15'3	65'1	37'8	26'1	2'9	65'0	.	37'8	.	26'1	.	49'7	.	22'5	.	
23	400—	9'9	62'0	33'9	29'9	6'4	.	61'6	.	37'1	.	29'8	.	51'7	.	23'2	
24	400+	9'1	61'8	32'6	29'5	6'4	61'4	.	32'6	.	29'4	.	52'3	.	23'5	.	
25	400—	8'6	62'2	33'3	29'3	6'2	.	61'85	.	32'4	.	29'25	.	53'25	.	21'8	
26	400+	8'9	61'3	32'9	30'9	6'2	61'95	.	32'3	.	30'85	.	52'05	.	23'4	.	
27	400—	8'5	62'8	34'6	32'6	5'8	.	62'5	.	32'35	.	32'55	.	54'0	.	25'85	
28	400+	8'5	63'8	34'1	33'1	5'4	63'5	.	34'25	.	33'05	.	55'0	.	25'75	.	
29	400—	11'1	64'2	35'6	34'6	5'7	.	63'9	.	34'55	.	34'55	.	52'8	.	24'45	
30	400+	12'0	64'7	35'4	35'4	5'0	64'45	.	35'75	.	35'35	.	52'45	.	23'75	.	
33	400—	9'4	63'0	39'6	39'6	3'9	.	62'85	.	35'7	.	39'6	.	53'45	.	30'3	
34	400+	9'6	63'7	34'3	35'3	3'2	63'6	.	34'8	.	35'3	.	54'0	.	25'2	.	
35	400—	12'0	63'9	40'6	34'6	3'9	.	63'75	.	34'15	.	34'6	.	51'75	.	28'15	
36	400+	12'7	66'1	35'7	32'7	2'4	66'05	.	35'09	.	32'7	.	53'35	.	22'2	.	
37	400+	9'5	63'1	31'2	43'2	3'4	.	63'0	.	35'2	.	43'2	.	53'5	.	31'7	
38	400+	9'7	67'2	31'6	30'6	1'2	47'2	.	31'1	.	30'6	.	37'05	.	21'4	.	
39	400—	11'3	67'0	31'4	43'4	3'6	.	66'9	.	31'1	.	43'4	.	55'6	.	29'8	

számtáblázata.

Javit. értékek a görbe kezdetétől számítva		$T_m - T_h$		$T_m - T_w$		$T_w : \frac{1}{2} T_m$																			
						az ingerlés pillanatától számítva						$\frac{T_m}{T_m - T_w} \mid \frac{T_h}{T_m - T_w}$		a görbe kezdetétől számítva											
														$\frac{T_w}{\frac{1}{2} T_m}$		$\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m}$		$\frac{T_h}{T_w}$		$T_w : \frac{1}{2} T_m$		$T_h : \frac{1}{2} T_m$		$T_h : T_w$	
														+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
T_w																									
+	-																								
16·8	.	31·7	39·4	0·725	.	0·974	.	1·343	.	0·804	.	0·597	.	0·871	.	1·458	.								
.	18·5	27·6	33·4	.	1·855	.	1·046	.	1·236	.	0·826	.	0·712	.	0·936	.	1·313	.							
19·5	.	31·35	37·45	0·798	.	0·994	.	1·245	.	0·835	.	0·684	.	0·899	.	1·312	.								
.	18·2	31·4	37·25	.	0·813	.	0·999	.	1·229	.	0·843	.	0·656	.	0·867	.	1·321	.							
17·5	.	30·8	36·85	0·806	.	1·002	.	1·210	.	0·832	.	0·645	.	0·866	.	1·345	.								
.	16·0	29·95	36·6	.	0·817	.	1·032	.	1·262	.	0·818	.	0·608	.	0·861	.	1·415	.							
16·2	.	31·55	37·0	0·806	.	0·082	.	1·218	.	0·852	.	0·609	.	0·813	.	1·336	.								
.	16·7	29·5	35·65	.	0·841	.	1·041	.	1·237	.	0·827	.	0·638	.	0·873	.	1·368	.							
15·1	.	31·05	37·6	0·781	.	0·093	.	1·271	.	0·825	.	0·573	.	0·821	.	1·433	.								
.	15·7	30·9	37·85	.	0·810	.	1·029	.	1·269	.	0·816	.	0·586	.	0·846	.	1·442	.							
15·7	.	29·6	37·05	0·796	.	1·038	.	1·304	.	0·798	.	0·595	.	0·877	.	1·474	.								
.	15·5	28·45	36·6	.	0·827	.	1·088	.	1·314	.	0·710	.	0·595	.	0·907	.	1·525	.							
13·4	.	28·8	38·05	0·765	.	1·065	.	1·396	.	0·756	.	0·521	.	0·880	.	1·690	.								
.	15·1	27·6	36·6	.	0·828	.	1·116	.	1·347	.	0·754	.	0·584	.	0·932	.	1·596	.							
13·2	.	29·0	39·2	0·753	.	1·077	.	1·430	.	0·739	.	0·500	.	0·893	.	1·772	.								
.	12·4	29·25	39·65	.	0·813	.	1·125	.	1·382	.	0·737	.	0·476	.	0·876	.	1·838	.							
10·8	.	27·2	38·9	0·803	.	1·163	.	1·448	.	0·699	.	0·438	.	0·977	.	2·083	.								
.	19·9	28·5	31·8	.	0·967	.	1·074	.	1·141	.	0·896	.	0·769	.	0·897	.	1·165	.							
20·3	.	28·8	32·0	0·957	.	1·061	.	1·108	.	0·900	.	0·776	.	0·898	.	1·157	.								
.	20·65	28·45	32·6	.	0·949	.	1·080	.	1·141	.	0·872	.	0·775	.	0·931	.	1·201	.							
21·95	.	28·65	30·1	1·012	.	1·060	.	1·047	.	0·951	.	0·843	.	0·899	.	1·066	.								
.	24·05	28·15	29·95	.	1·041	.	1·099	.	1·055	.	0·938	.	0·890	.	0·957	.	1·074	.							
24·55	.	29·25	30·45	1·041	.	1·078	.	1·036	.	0·960	.	0·892	.	0·934	.	1·048	.								
.	23·45	28·35	29·35	.	1·081	.	1·112	.	1·028	.	0·965	.	0·888	.	0·926	.	1·042	.							
23·35	.	28·7	29·1	0·097	.	1·109	.	1·005	.	0·986	.	0·890	.	0·905	.	1·017	.								
.	30·2	22·95	23·25	.	1·260	.	1·263	.	1·002	.	0·987	.	1·130	.	1·171	.	1·003	.							
25·7	.	28·8	28·3	1·110	.	1·094	.	0·985	.	1·017	.	0·951	.	0·903	.	0·980	.								
.	22·6	23·6	29·15	.	1·085	.	1·259	.	1·160	.	0·809	.	0·873	.	1·088	.	1·245	.							
20·0	.	30·15	33·35	0·990	.	1·087	.	1·098	.	0·904	.	0·749	.	0·832	.	1·110	.								
.	33·7	21·8	19·8	.	1·371	.	1·308	.	0·930	.	1·101	.	1·260	.	1·185	.	0·940	.							
20·9	.	16·1	16·6	1·296	.	1·318	.	1·116	.	0·970	.	1·114	.	1·141	.	1·023	.								
.	32·1	25·8	23·5	.	1·297	.	1·228	.	0·947	.	1·095	.	1·154	.	1·072	.	0·928	.							

A görbék elemzésénél mindenik módot fölhasználok, a mit a matematikai levezetés nyújt; ha egy czél többféle módon is elérhető, összehasonlítom a különféle módon elért eredményeket s azok összehangzásából vagy különböző voltából levonom a megtehető következtetéseket.

A táblázat adataira vonatkozólag a következőket jegyzem meg:

Az 1-ső oszlop a görbék sorszámát tartalmazza; a sorból csak azok a görbék maradtak ki, a melyek az itt föl soroltaktól különböző körülmények közt, nevezetesen másféle ingerlés folytán jöttek létre, a melyek ennél fogva ezekkel jól össze sem hasonlíthatók.

A 2-ik oszlopban az ingerlésre használt áramerők vannak föltüntetve; 1000 megfelel oly áramerőnek, melyet az egészen föltolt másodlagos tekercs (4127 tekerülettel) szolgáltat, midőn az első tekercsben egy két Bunsen elemmel megtöltött kis mintájú *Schenek-Farbaky*-féle accumulator árama megindul.

A következő oszlopok értékeinek jelentése:

Tl = a rángás lappangási szakaszának hossza, mérve az ingerkiváltás helyétől a rángási görbe látszó kezdetéig.

Tm = a görbe legnagyobb emelkedésének távolsága az inger alkalmazásának helyétől.

Th = a félmagasság helyének távolsága az ingerkiváltás helyétől.

Tw = a görbe fordulópontjáig lemért távolság.

Hm = a görbe magassága a legnagyobb emelkedés helyén.

A mi a lemért értékeket illeti, azokból a megfelelő időket még ki lehetett volna számítani a myographium-lemez esési sebességéből; de minthogy az abszolút időértékekre az elemzés egy nagy részénél nincs szükségünk, és a kiszámítás eredménye mindenütt sok számjegyből álló tizedes tört lett volna, a melyek az áttekintést inkább megnehezítették, mint sem könnyítették volna: czélszerűbbnek láttam a közvetlenül lemért hosszúságokat fölvenni a táblázatba.

A tovább következő értékek a táblázatban javított értékek; ezek a lemért értékekből úgy származtak, hogy számítás útján a jelző emeltyű végének körvonalú mozgásából eredő eltolódást

kijavítottam.¹⁾ Hogy a görbe elferdülése a jelzett körülmény miatt mily csekély, az részint a táblázatból tűnik ki a javított és a lemért értékek összehasonlításánál, részint mutatják a következő adatok:

A jelzővég eltolódása a metszéki tengely fölé való

2 mm.-nyi emelkedéskor	0.040 mm.
3 " "	0.089 "
4 " "	0.158 "
5 " "	0.248 "
6 " "	0.357 "
7 " "	0.486 "
8 " "	0.636 "
9 " "	0.806 "
10 " "	0.998 "

Így tehát a myographium-lemeznek a jelzéskor igénybe vett nagy esési sebessége mellett az értékek javítása el is maradhatott volna.

A javított értékek fölírat alatt található T_m , T_h és T_w oszlopok két-két párhuzamos sorban — a szerint külön választva, a mint az ingerületet az izomban az anod vagy a kathod ingere váltotta ki — tartalmazzák a legnagyobb emelkedés, a félmagasság és a forduló pont távolságait az ingerhatás pillanatától és a görbe kezdetétől számítva.

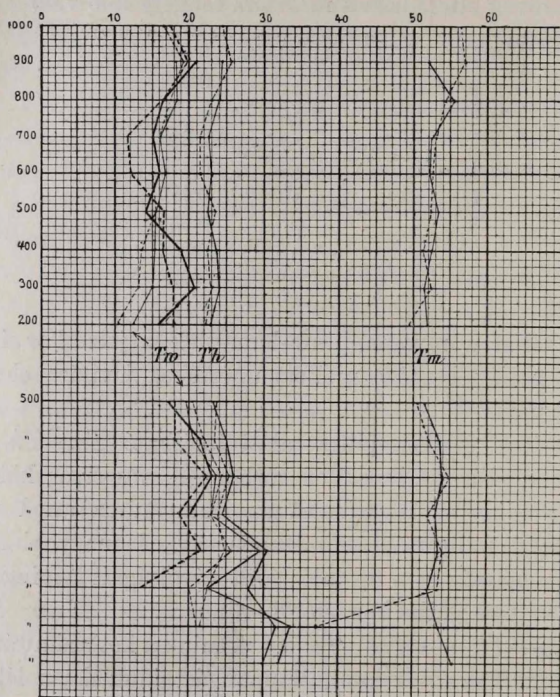
A T_m — T_h és a T_m — T_w sorok mind a két számításmódra közősek, mert ez értékeknél a lappangási időszakasz léte vagy kisebb-nagyobb volta nem tesz különbséget.

A többi oszlop ama viszonyszámokat tartalmazza, a melyekből egy — alkalmas helyen tovább megtalálható — táblázat segítségével vétele mellett megítélhetjük az izom hossza és a rövidülési hullám hossza közt levő $\frac{\mu}{l}$ viszonyt.

A rángásokat 4—20-ig változó erejű áram váltotta ki; 23—39-ig változatlan erejű ingerlő áramot alkalmaztam. A rángások különböző lefolyása e szerint az első szakaszban különösen az ingerlő áram különböző erejétől, a második szakaszban pedig a kifáradástól és az elhalástól származik.

¹⁾ Jendrassik id. h. 578. l.

Vegyük előbb tekintetbe azokat az értékeket, a melyek a görbe látszó kezdetétől vannak számítva, és az áttekintés könnyítésére használjuk a mellékelt ábrát, a melyben az anod



1. ábra.

ingere által kiváltott rángások értékei kihúzott —, a kathod ingere által kiváltott rángások értékei pedig pontozott vonal által vannak összekötve.

Az ingerlő áramerő csökkenésekor a T_m idő rövidülni látszik, ebből azt lehet következtetni, hogy — miután

$$T_m = \frac{l + \mu^*}{2v} \text{ vagy } \frac{Tv + \mu^*}{2v}$$

* Jendrassik 17-ik, 21-ik és 32-ik egyenlete.

az ingerlő áram csökkenésekor vagy az elemi izomrétegek lengési ideje (T) kisebbedik, vagy a rövidülési hullám tovaterjedési sebessége (v) nő.

Hasonlóképen az ingerület tovaterjedési sebességének növekedésére enged következtetni az ingerlő áram gyöngülésekor a forduló pontok lemért értékeinek határozott megkisebbedése a gyöngébb áramok által kiváltott rángásoknál, minthogy

$$Tw = \frac{\mu}{v} \cdot *$$

Ellenben az ingerület tovaterjedési sebességének az ingerlő áram gyöngüléséből származó növekedése ellen szól a Th értékek változatlansága; abban az esetben, ha

$$\frac{Th}{\frac{1}{2}Tm} < 1, \text{ akkor szintén } \frac{\mu}{l} < \frac{1}{3}, \text{ és}$$

$$Th = \frac{l + 3\mu}{6v} \text{ vagy } \frac{Tv + 3\mu}{6v}$$

a v növekedésekor a Th értéknek gyors csökkenést kellene mutatnia.

A Tw és Th lemért értékei tehát nem illenek össze mind-egyik rángási görbénél, és ez arra mutat, hogy vagy a Tw , illetőleg a Th értékek lemérése nem történt pontosan, vagy a rángási görbe változott el oly módon, hogy alakja nem felel meg tökéletesen az elemi rétegek ingaszerű lengéseiből levezetett és kiszámítható szabályos görbének.

Vizsgáljuk meg, melyik valószínű e lehetőségek közül.

A Th lemérése mikroskoppal a Jendrassik által szerkesztett lemérő állványon oly pontosan eszközölhető, hogy többször egymásután végzett lemérésnél alig fordul elő 0.1 mm.-nél nagyobb különbség. Nem mondhatom ugyanezt minden esetben a fordulópont leméréséről, a melynél ugyan rendesen szintén nagyon csekély a többszörös lemérés különbsége, de egyes esetekben 1—2 mm.-re is terjedhet.

A táblázatban előforduló adatok nem elégségesek magokban annak megítélésére, hogy a Tw lemérésének pontatlansága

* Jendrassik 17-ik, 21-ik és 32-ik egyenlete.

elégséges megfejtésül szolgálhat-e a Tw és a Th értékek össze nem hangzó voltának magyarázására, bár a Tw értékek látszólag egyenletesen előhaladó megkisebbedése az ingerlő áram csökkenésekor ellene szól annak, hogy a méréseket hibásaknak tekintsük. — Szerezhetünk azonban adatokat a kérdés eldöntésére a következő módon:

$$Th = \frac{l + 3\mu}{6v} = \frac{\frac{l+\mu}{2v} + \frac{\mu}{v}}{3}$$

vagyis

$$Th = \frac{Tm + Tw}{3} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

és

$$Tw = 3Th - Tm \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

A 2-ik egyenlet szerint kiszámíthatjuk a Tw értéket a Th és Tm pontosabban lemérhető értékekből; de minthogy az alapul vett Th -ra vonatkozó egyenlet csak arra az esetre szól, ha $\mu < \frac{1}{3}l$, ez egyenlet alkalmazhatósága is csak addig terjed, a míg $\frac{Th}{\frac{1}{2}Tm} < 1$; ez eset azonban a görbe kezdetétől számított értékekre vonatkozólag fennáll a 30., 35., 37., 38. és 39-ik rángás kivételével minden többi a táblázatban felsorolt rángásnál.

A Tw kiszámított értékei a lemért értékekhez képest a következő különbségeket tüntetik elő:

Sorszám.	Tw lemérve.	Tw kiszámítva.	Különbség.
4.	16.8 mm.	17.3 mm.	+ 0.5 mm.
5.	18.5 "	21.0 "	+ 2.5 "
6.	19.5 "	19.85 "	+ 0.35 "
7.	18.2 "	16.7 "	— 1.5 "
8.	17.5 "	16.3 "	— 1.2 "
9.	16.0 "	15.35 "	— 0.65 "
10.	16.2 "	11.75 "	— 4.45 "
11.	16.7 "	16.2 "	— 0.5 "
12.	15.1 "	12.25 "	— 2.85 "
13.	15.7 "	14.4 "	— 1.3 "
14.	15.7 "	16.7 "	+ 1.0 "
15.	15.5 "	18.85 "	+ 3.35 "
16.	13.4 "	16.5 "	+ 3.1 "
17.	15.1 "	20.6 "	+ 5.5 "
18.	13.2 "	17.8 "	+ 4.6 "
19.	12.4 "	16.35 "	+ 3.95 "
20.	10.8 "	17.8 "	+ 7.0 "

Ez értékek az 1-ső ábrán szintén föl vannak jegyezve és a kathodikus valamint az anodikus inger által kiváltott parallel rángások értékei kihúzott és pontozott *vastagabb* vonalak által vannak egymással összekötve.

Mind a táblázatban, mind az ábrában föltűnő a lemért és kiszámított értékek közt levő nagy különbség az esetek többségében, még pedig két irányú a különbség: az erősebb ingerek által kiváltott rángásoknál a kiszámított értékek kisebbek, gyöngébb ingerek által kiváltott rángásoknál pedig a kiszámított értékek a nagyobbak. A különbség helyenként oly nagy, hogy a görbe lemerésekor olyan hibákat ejteni teljesen lehetetlen, a mire nézve a 2-ik kísérleti sor elemzésénél tárgyilagos bizonyítékokat fogok felmutatni.

Nem marad tehát egyéb hátra, mint föltételezni azt, hogy a rángási görbe alakja a változó külső körülmények hatása alatt kisebb-nagyobb mértékben elváltozik, a mely miatt ama sarkalatos pontok helyzete, a melyekből az összehúzódás kinematikai tényezőit ki lehet számítani, más viszonyban tűnik elő, mint a hogy ama változás nélkül előtűnnék, és mint a hogy a matematikailag szabályszerű lefolyás mellett előtűnnie kellene.

Ily elváltozás lehetséges úgy a Tm , mint a Th , vagy a Tw értékre nézve is; meg kell tehát előbb állapítanunk a lehetséges elváltozás módját, hogy tudhassuk, mely sarkalatos pontok azok, a melyek lemerése után a kiszámításból a valóságnak megfelelő eredményt lehet várni.

A Tm értéke megváltozhat a jelző emeltyű túlszökése miatt, a midőn az a valóságos értéknél nagyobb lesz. A túlszökés annál könnyebben jöhet létre, minél erősebb a rángás, vagyis minél nagyobb az ingerlésre használt áramerő; eseteinknél azonban a kiszámított és a lemért értékek különbsége épen az erősebb rángásoknál volt csekélyebb, míg a gyöngébb ingerlésre föltűnőbb; viszont a változás fordított irányú ahhoz képest, mintha a Tm hibás voltából származnék; a Tm nagy értéke mellett ugyanis a Tw kiszámított értékének kisebbnek kellene lennie, mint a lemért érték, — míg itt a táblázat első felében a Tw kiszámított értéke többnyire nagyobb. A rángássor második felében ugyan — a mint az az ábrán is látható — a Tw kiszá-

mított értékei általában kisebbek a lemért értékeknél; de hogy túlszökés ott sem okozta a különbséget, az kitűnik a Tm értékek összehasonlításából.

A fordulópont és a félmagasság helye az által változhat meg, ha az összehúzódas kifejlődési szakasza folyamán az izom megrövidülését részben az izom megnyújtása ellensúlyozza, és így a megrövidülés kisebbnek tűnik elő, mint annak a nyújtás hatása nélkül lennie kellene.

A nyújtás a görbe magasságát megváltoztatva, illetőleg a kezdeti rövidülést ellensúlyozva, első sorban létrehozza a lappangási időszakaszt. A lappangási időszakasz eredetére nézve kérdés merülhet föl az iránt, hogy azt csupán a nyújtás okozza-e, avagy az ingerület kiváltása is elkésik az ingerhatás pillanatától; a nyújtás hatását tagadni azonban nem lehet.

Taglaljuk előbb azt a kérdést, hogy az ingerület beállása elkésik-e az ingerhatástól?! Ha az ingerületet valamely kívülről ható inger közvetlenül költi föl, akkor az ingerület létrejövele nem késhe el az ingerhatás pillanatától, mert az inger csak tartama alatt fejthet ki hatást, mely az inger megszűnése után is tovább tarthat; az inger megszűnése után azonban az ingerület *utólagosan* nem jöhet létre. Ha a kívülről ható inger közvetve idézné elő az ingerületet az által, hogy bizonyos változásokat hoz létre az izomban, a melyek azután az ingerületi állapotot előidéznek: ezek elkésést csak akkor okozhatnak, ha magok is, még az ingerhatás megszűnése után is fokozódnak; ilyen fokozódó hatás azonban semmiféle ingerlő hatásnál sincs kimutatva. Pl. a villamáram bizonyos változásokat idéz elő az idegben és az izomban, a mely változásokat *elektrotonus* név alatt foglaljuk össze *Pflüger* után; e változásokról azonban épen ki van mutatva, hogy rögtön a villamáram megindulásának pillanatában jönnek létre és az áram *tartama alatt* a legerősebbek; azután kisebb-nagyobb idő múlva visszajön az ingerlés előtt volt rendes állapot, a nélkül, hogy az áram megszűnése után előbb fokozódás mutatkoznék. Az elektrotonikus változások is tehát akkor a legalkalmasabbak az ingerület kiváltására, a mikor a legerősebbek, vagyis még a villamáram tartama alatt; ha a változás ez időben nem lett volna alkalmas az ingerület kiváltá-

sára, még kevésbé lesz alkalmas az áram megszűnése után, a mikor a rendes állapothoz való visszatérés már megindul.

Az ingerület tovaterjedését is nyilván úgy kell képzelnünk, mint korongról korongra átterjedő ingerületkiváltást, a mint azt a nemleges áramváltozat közbevetésével általában föl is veszük; minthogy pedig a tovaterjedő ingerület nem lehet különböző attól az ingerülettől, a melyet a külső inger váltott ki, ha van lappangási idő a külső inger okozta ingerületnél, *akkor ennek*, az ingerület tovaterjedésekor is, elemi korongokként meg kell jelennie; az ellenkezőt semmivel sem lehetne megokolni.

Megfejtendő, hogy ha minden elemi korong ingerületének lappangási ideje volna, milyen viszonyban állana ez az idő ahhoz a lappangási időhöz, a melyik a megrándulási görbe kezdetén mutatkozik, leszállítva az utóbbit arra a légkisebb értékre, a mely a nyújtás hatásának *lehető* kizárása után is megmaradni látszik, nevezetesen 0.001 mp.-re. A hullámfolyamat természete szerint az egyik elemi részben megindult lenges tovább fejlődik, mialatt a folyamat a szomszéd részekre tovább terjed; ha az átterjedésnél minden elemi korongnál volna lappangási időszak, még pedig mindig egyenlő: akkor a tovaterjedést úgy tekinthetnénk, mintha az ingerületnek nem is volna lappangási időszaka, hanem *lassan* haladna az elemi izomrészeken végig; így az egész izom megrándulásakor sem fog lappangási időszakaszképen, a legelőször ingerületbe jutott izomrész lappangási idejénél több megjelenhetni, minthogy a tovaterjedés alatt a folyamat a már ingerületbe jutott elemekben tovább fejlődik. Föltehetnők tehát, hogy az egyes izomelemekben is a lappangási időszakasz 0.001 mp.

Nézzük, mily gyors lehetne az ingerület tovaterjedése ilyen módon. Elemi korongoknak az egyes anisotrop csikokat tekinthetjük, a melyekből a békaizomban 1 mm. hosszúságra körülbelül 400 esik; az ingerület tehát 1 mm. hosszú izomszakasz bejárásához 0.4 mp. venne igénybe, 1 cm.-nyi izomra pedig 4 mp. esnék. 1.5 métert véve föl az izomban tovaterjedési sebességképen, az elemi korongok lappangási ideje, illetőleg az az idő, a mely alatt az ingerület az egyik korongról a másikra átterjed, 0.000016 mp. lenne.

Másfelől világos, hogy egy megindított hullámfolyamat a

szomszédos részekre összegeződés által áttérjedve, egy idő múlva észrevehető rövidülést okoz, míg megindulása pillanatában érzékeink előtt rejtve volt.

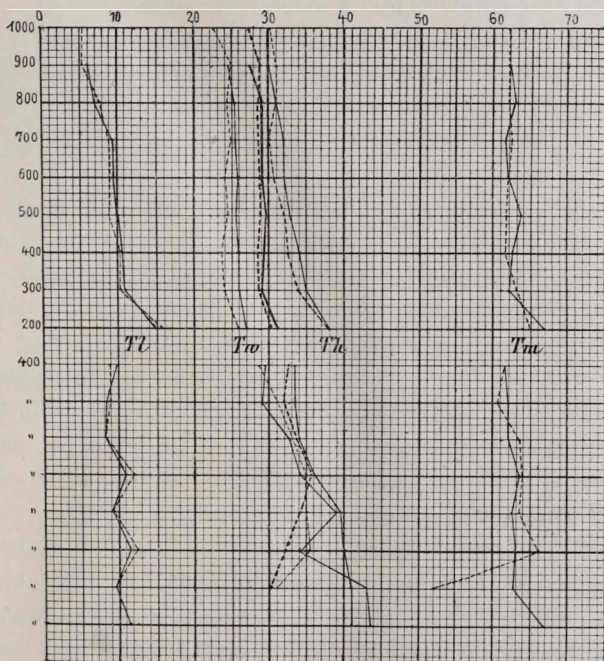
Az izomrángás lappangási szakasza e szerint, valószínűen egyedül a megnyúlás által okozva, annál nagyobb lesz, *minél nagyobb az izom nyúlékonysága*, — a mely első sorban az izom vékonyságától és hosszától függ; — *minél kisebb a hullám tova-terjedési sebessége*, — mely az izom minőségével és életképességével áll kapcsolatban — *és minél kisebb az egyes elemi részecskék kilendülési erélye*, mely az ingerhatás nagyságával és az ingerlékenységgel változik.

A rángási görbék lemerésével nyert értékek alapján tett számítások azt bizonyítják, hogy az izom kinyúlásának visszafejlődése nem mindig egyenlő időt kíván, és a félmagasság helyén sok esetben még nem ért véget; ennél fogva a félmagasság tényleges pillanata sokszor nem felel meg a valóságos *Th* pillanatnak, hanem későbbre esik; a valóságos *Th* tehát rövidebb volna, ha az izom megnyúlása a rövidülési görbe egy részét meg nem változtatná. A nyúlás nem lehet ugyan jelentékeny, sőt az elért rövidüléshez képest nagyon csekélynek kell lennie; e csekély hiba is azonban nagyobb hibát eredményezhet a lemerésnél az időértékek meghatározásában. Hogy az izom megnyúlásából eredő hiba a félmagasság lemerésénél különböző, az részint az izmok különböző rugalmassága, részint pedig az által van föltételezve, hogy a félmagasság helye a fordulópont előtt vagy mögött kisebb vagy nagyobb távolságban lehet, a hullám és az izom hossza közt levő viszony szerint.

A fordulópont helyén a megrövidülés értéke szintén ugyanaz oknál fogva kisebb, mint lennie kellene; a fordulópont időértéke azonban a megnyújtás miatt rendesen nem változik meg. A megnyújtás miatt kissé visszamaradt izomvég emelkedése ugyan a rángás kezdeti szakaszában meredekebb lesz, talán oly módon, hogy az összehúzódás folytán kifejlődő erélyhez hozzácsatlakozik a rugalmas visszalengés, — de a fordulópont időértéke e miatt alig változhatik meg.

Jendrassik előbbi vizsgálatainál, bár a fordulópont lemerésének értékét kellőleg méltányolta és fölhasználásának módját a számításoknál megállapította: inkább a félmagasság meghatá-

rozásához volt nagyobb bizalommal, minthogy ez pontosabban volt eszközölhető. Minthogy azonban a félmagasság időértékét az izom megnyúlása módosítja, a félmagasságnak pontosan lemért időértékét sem tekinthetjük mindig megfelelőnek; a görbe megtekintése és lemérése nem nyújt magában fölvilágosítást a felől, hogy a lemért érték helyes-e avagy nem; ez csak



2. ábra.

különböző számítások útján dönthető el, a mint a 2-ik kísérleti sor tárgyalásánál látni fogjuk.

Azok az értékek, a melyek az *inger megindulása pillanatától* vannak számítva, — annak a fölvételnek az alapján, hogy az ingerület az ingerlés pillanatában kezdődik, — más következtetésekre vezetnek, mint a görbe kezdetétől számított értékek.

A számtáblázat adatai szerint szerkesztett 2-ik ábra egyszerű megtekintésénél föltűnik az értékek egyezőbb volta, csekélyebb ingadozása. Az ábra első felében látjuk, mint lesz

nagyobb a lappangási szakasz, a mint az ingerlő áram gyöngül. A lappangási időszakasznak e meghosszabbodása két lehetőségre enged következtetni:

vagy az összehúzódás nem kezdődik rögtön, az ingerlés pillanatában, mert az ingerületet talán csak a külső ingernek elektrotonikus változásai idézik elő, a melyeknek azonban e végből fokozódásra van szükségök; a fokozódás pedig nyilván annál több időt vesz igénybe, minél gyöngyébb volt az inger;

vagy az ingerlés pillanatában rögtön megindult összehúzódás vesz csupán időt igénybe, látható megjelenéséhez, mert a jelző emeltyűnek nyugalmi helyzetéből való kimozdításához más sok elemi rész erélyének összegeződésére van szükség.

Az első fölvételre abból lehet következtetni, hogy akár milyen erős az alkalmazott inger, lappangási időszakasz mindig látszik, csupán rövidebb az erősebb inger alkalmazásakor; így azonban azt kellene várnunk, hogy a kisebb vagy a nagyobb inger hatása csupán a lappangási szakasz rövidebb vagy hosszabb voltában fog nyilvánulni, a keletkező ingerület pedig mindenkor egyenlő marad; megfelelő idő múlva, kellő erélyfokozódással, a leggyöngébb ingerhatás is kiváltaná az ingerületet. Erősebb inger hatására a közbeeső ingerületkeltő változás ugyanis *gyorsabban érhetné el* az ingerlékenységtől is függő alkalmas fokot; de ilyen fölfogás mellett a nagyobb inger erősebb hatása csak annak a segédfölvételnek az alapján volna megmagyarázható, hogy az ingerület, a kiváltás után, a megindító változás tovább tartó hatása alatt szintén fokozódhatik; így az ingerület megindulását sem lehetne pillanatos kiváltásnak tekinteni, hanem olyannak, a mi annál több-több időt vesz igénybe, minél erősebb; — minthogy pedig az ingerület a szomszédos rétegekre való tovaterjedéskor is szükségképen hasonló módon támadna, azt kellene várnunk, hogy a rángás időtartama általában annál nagyobb lesz, minél erősebb volt a rángást kiváltó inger, a mit pedig a kísérlet nem igazol.

Bezoldnak, Ficknek és másoknak az a tapasztalata, hogy az olyan gyöngé villamáramok is, a melyek rövid ideig tartó hatás mellett ingerületet nem keltenek, hosszabb hatás mellett azt kiváltják, nem értelmezhető úgy, hogy az időtartam pótol-

hatná az áramerőt és általában egy gyöngébb, de hosszabb tartamú áram oly fokú ingerületet támasztana, mint egy erősebb és rövidebb tartamú áram. A szóban levő tapasztalat ugyanis csak a leggyöngébb ingerületekre vonatkozik és a hosszabb tartamú gyöngé áram azért bír ingerületet kiváltani, mert a hosszabb tartamnak megfelelő nagyobb árammennyiség, nagyobb fokú változás előidézésére képes, azonban nem megszűnése után, hanem tartama alatt; egy subminimalis villamáram is, mely rövid időtartam mellett nem ingerel, hosszabb tartam mellett kiválthatja a leggyöngébb ingerületet; az időtartam további növekedését azonban már nem kíséri az ingerület fokozódása. Oly erősebb áramoknál, a melyek rövid tartam mellett is váltanak ki ingerületet, a hosszabb időtartam az áramerő növekedése nélkül nem képes az ingerület fokát is emelni.

A lappangási szakasz rövidülése és a rángás növekedése az erősebb ingerlő áramok hatása alatt így könnyen megfejtethető; ugyanis minél nagyobb erélylyel mozdúlnak ki helyökből az elemi izomrétegek, annál előbb lesz látható az összehúzódás és egyszersmind annál nagyobb is lesz.

Ebből mindazonáltal nem következik az, hogy a lappangási időszakasz hosszának a rángás nagyságával egyszerű fordított arányban kell állania, minthogy a rángás nagysága az elemi korongok kilengési erélyén kívül az izomnak és a hullámnak a hossza közt levő viszonytól is függ; következésképen minden izomnál azok állapota szerint más-más lappangási időszakaszt kell találnunk egyenlő rángásmagasság mellett is; sőt egyugyanaz izomnál sem várható e két méret közt egyszerű arányosság, a mennyiben a hullámhossz tényezői, a lengési idő és a tovaterjedési sebesség az izom belső állapota szerint pillanatról pillanatra változhatnak.

Ha tehát, az akár erős akár gyöngébb inger, az ingerületet mindig hatása pillanatában hozza létre, akkor a kiszámítás alapjául vett sarkalatos pontoknak időértékét a metszéki tengely hosszában, a görbe kezdetétől mérve, annál nagyobb hibát követünk el, minél hosszabb az időértékből kihagyott lappangási időszakasz. E következés összeegyezz azzal a tapasztalattal is, a melyet az előbbi összehasonlításoknál tettünk, hogy u. i. a T_m és T_h értékekből kiszámított T_w értékek a lemért értéktől

kevésbbé különböztek az erős ingerek által kiváltott rángásoknál, a melyeknél a lappangási időszakasz rövidebb volt.

A Tm értékek az áram gyöngülésekor növekednek; a változás menete sokkal szabályosabb, mint a görbe kezdetétől számított értékeknél, és ez azt bizonyítja, hogy gyöngébb ingerlésnél vagy az elemi rétegek lengési ideje nő, vagy a rövidülési hullám tovaterjedési sebessége kisebbedik.

A Tw és még inkább a Th értékek hasonlóképen növekedést mutatnak az ingerlő áramerő csökkenésekor; ezek egyértelműleg azt bizonyítják, hogy a hullám tovaterjedési sebessége az ingerlő áram csökkenésekor kisebbedik. Mind ezek a tapasztalatok tehát arra mutatnak, hogy a Tm , Th és Tw időértékeket az ingerhatás pillanatától kell számítanunk.

A közlött 1-ső egyenlet szerint a Tm és Tw értékekből kiszámíthatjuk a Th megfelelő helyét, vagyis azt a helyet, a hol az emelkedésnek a félmagasságot el kellett volna a metszéki tengely fölött érnie, ha az izom rángásközben egyszersmind meg nem nyúlik; e kiszámított értékeket összehasonlíthatjuk a lemerő Th értékekkel.

A mellékelt táblázatban a változó áramerő által kiváltott rángások vannak felsorolva. A 2-ik ábrán ez értékek is föl vannak tüntetve egy-egy vastagabban kihúzott, illetőleg pontozott vonallal.

Sorszám	Th lemerő	Th kiszámítva	különbség.
4.	30.1	28.1 = —	2.0
5.	30.3	27.4 = —	2.9
6.	31.0	29.1 = —	1.9
7.	31.35	29.4 = —	1.95
8.	31.95	28.9 = —	2.05
9.	31.95	29.1 = —	2.85
10.	30.45	29.0 = —	1.45
11.	32.05	29.1 = —	2.95
12.	30.65	28.6 = —	2.05
13.	32.75	29.8 = —	2.95
14.	31.95	28.7 = —	3.25
15.	33.95	29.4 = —	4.55
16.	32.85	28.4 = —	4.45
17.	34.9	29.4 = —	5.5
18.	33.9	28.9 = —	5.0
19.	36.6	31.3 = —	6.3
20.	37.8.	30.4 = —	7.4

A lemért és kiszámított értékek különbsége egyértelmű az egész sorban, de nagyobb a gyöngébb, mint az erősebb ingerekkel kiváltott rángásoknál.

A Th a görbe kezdetétől mérve, esetleg a valóságos Th értéknek megfelelő eredményt is szolgáltathat. A jelző emeltyű u. i. a Th -nak megfelelő emelkedést, az izomnak kezdeti megnyúlása miatt, csak elkésve érheti el; a különbségnek a nyújtás nagyságával bizonyos arányban kell állani, minthogy a Th érték épen annál nagyobb értékben változik meg, minél hosszabb a rángás lappangási időszakasza; a lappangási időszakasz hosszabb levén a gyöngébb ingerek által kiváltott rángásoknál, lehetséges, hogy a Th eltolódása egyenlő a lappangási időszak hosszával.

A kiszámított értékek szabályos menete szintén a kiindulópont helyes volta mellett bizonyít; az előbb közölt Tw értékek, a melyek a látszólag pontosabban lemérhető Th -nak és Tm -nek a görbe kezdetétől mért értékeiből voltak kiszámítva, a le mérés által nyert értékektől $+$ és $-$ irányban szabálytalanul és valószínűtlen nagy fokban tértek el. E nagy különbségek annál könnyebben jöhetnek létre, minthogy $\mu < \frac{1}{3}$ esetben $Tw = 3 Th - Tm$; így a Th le mérésekor elkövetett hiba a Tw kiszámításakor a Tw kiszámított értékében megháromszorozva tűnik elő; ellenkezőleg, ha a fordulópont értékéből számítjuk ki a félmagasság helyét, a le mérés bizonytalanságából származó hiba ennek csak $\frac{1}{3}$ részeig terjedő különbséget okozhat.

Az ingerületi lappangó időszakasz kérdésének megoldásához másnemű vizsgálatok útján is eljuthatunk. *Jendrassik* levezetéseiből látható, hogy a rángási görbének bármelyik helyén elért magasság, illetőleg bármely emelkedésnek megfelelő időérték kiszámítható, ha ismerjük a rángásnak kezdetét, a legnagyobb fokú megrövidülésnek időértékét és ezeken kívül vagy a fordulópont, vagy a félmagasság időértékét. E négy sarkalatos pont közül azonban bármelyik háromnak ismerete elégséges a kellő számítások megtételére; levezethetünk u. i. olyan egyenleteket, a melyek szerint számítva, a görbe igazi kezdetének le mérésére nincs szükségünk, mert ezt a többi három sarkalatos pontból kiszámíthatjuk. A kiszámított értékek teljes volta azonban attól függ, hogy az alapul szolgáló Tm , Th és Tw időértékek le mérése milyen pontosan eszközölhető.

A 2-ik szám alatti egyenlet szerint

$$Tw = 3Th - Th, \text{ ha } \mu < \frac{1}{3}l;$$

ebből egyszersmind

$$Tw = Tm - 3Th + 2Tw$$

$$Tw = 3Tm - 3Th - 2Tm + Tw$$

vagyis

$$Tw = 3(Tm - Th) - 2(Tm - Tw) \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

minthogy pedig

$$Tm = Tw + (Tm - Tw)$$

lesz:

$$Tm = 3(Tm - Th) - (Tm - Tw) \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

és:

$$Tl = (Tm + Tl) - 3(Tm - Th) + (Tm - Tw) \quad . \quad . \quad (5)$$

Ez utolsó egyenlet szerint az ingerhatás pillanatától mért maximalis emelkedésnek időértékéből ($Tm + Tl$) a félmagasság és a fordulópont időértékének ismerete mellett kiszámítható a lap-pangási szakasznak hossza, vagyis, hogy az ingerhatás pillanata után mennyi idővel kezdődik a megrövidülés. A számítás eredménye a következő:

Sorszám	Tl lemérve	Tl kiszámítva	különbség.
4.	5.6 mm.	6.1 mm.	+ 0.5 mm.
5.	6.0 "	8.5 "	+ 2.5 "
6.	5.4 "	5.75 "	+ 0.35 "
7.	7.3 "	5.8 "	— 1.5 "
8.	7.4 "	6.2 "	— 1.2 "
9.	9.3 "	8.65 "	— 0.65 "
10.	8.8 "	4.35 "	— 4.45 "
11.	9.2 "	8.7 "	— 0.5 "
12.	9.0 "	6.15 "	— 2.85 "
13.	10.1 "	8.8 "	— 1.3 "
14.	8.8 "	9.5 "	+ 1.0 "
15.	10.3 "	13.65 "	+ 3.35 "
16.	10.2 "	13.3 "	+ 3.1 "
17.	10.8 "	16.3 "	+ 5.5 "
18.	10.5 "	15.1 "	+ 4.6 "
19.	14.8 "	18.75 "	+ 3.95 "
20.	15.3 "	22.3 "	+ 7.0 "

Ha e számsort összehasonlítjuk a 10-ik lapon közölt számsorral, a mely a Tw lemért és kiszámított értékeire vonatkozik,

föltűnő, hogy a különbség teljesen egyenlő itt és ott, vagyis az egész különbség egyedül a görbe kezdetének hibái meghatározása által is lehetne föltételezve. A lemerésnél elkövetett hiba mindazonáltal csak abban nyilvánulhat, hogy a lemért ingerületlappangási szakasz a valóságosnál hosszabb legyen; itt pedig, különösen ott, a hol a különbség jelentékenyebb, nagyobb a kiszámított érték a lemértnél. Ilyen értelmű hiba a lemerésből nem származhatik, hanem csupán csak a görbe megváltozásából; a görbe lefolyása pedig valóban meg is változik az izom megnyúlása közben.

A 3-ik, 4-ik és az 5-ik egyenlet szerint számítva tehát csak akkor várhatjuk, hogy az eredmény a valóságos viszonyoknak megfeleljen, ha a fordulópont és a félmagasság időértéke a nyújtás miatt meg nem változott; a fejtegetéseink alapját képező esetekben pedig az értékeknek össze nem illő volta az eredményes megrövidülés megváltozására mutat. Az a körülmény tehát, hogy az 5-ik egyenlet szerint tett számításoknál $Tl > 0$, nem bizonyít a mellett, hogy az ingerület beállása az ingerhatás pillanatától valóban elkésnék, mert a számítás szükségképen ugyanolyan eredményt ad akkor is, ha az összehúzódnak lefolyása az izom megnyúlása miatt módosul.

Az 1-ső kísérleti sor adataiból nyert viszonzyszámok értékesítésére szolgál a következő táblázat, mely egy, a külső körülmények hatása által meg nem változott izomgörbére vonatkozólag kiszámított viszonzyszámokat tartalmazza.

A $\frac{Tw}{\frac{1}{2}Tm}$ és a $\frac{Th}{\frac{1}{2}Tm}$ sorok a Jendrassik értekezésében közölt táblázatból vannak véve; a $\frac{Th}{Tw}$ és a $\frac{Tm-Th}{Tm-Tw}$ viszonzyszámok kiszámítása pedig a következő egyenletek alapján történt:

$$* \frac{Th}{Tw} = \frac{l+3\mu}{\frac{6v}{u}}$$

ebből

$$\frac{Th}{Tw} = \frac{l+3\mu}{6\mu} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (6)$$

* Jendrassik: 21-ik és 32-ik egyenlete.

Továbbá:

$$** \frac{T_m - T_h}{T_m - T_w} = \frac{\frac{l+\mu}{2v} - \frac{l+3\mu}{6v}}{\frac{l+\mu}{2v} - \frac{\mu}{v}}$$

ebből

$$\frac{T_m - T_h}{T_m - T_w} = \frac{2l}{3(l-\mu)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Minthogy pedig a T_h értékére vonatkozó egyenlet csak arra az esetre érvényes, ha $\mu < \frac{1}{3}l$, és az utóbbi rendű viszonyszámokra további fejtegetéseimnél szükségem van, kiszámítottam ezeket a $\mu = \frac{1}{2}l$ határig a következő módon; összevonva a *Jendrassik* 17-ik, 28-ik és 32-ik egyenletét lesz:

$$\frac{T_m - T_h}{T_m - T_w} = \frac{l+\mu}{l-\mu} - \left[\frac{2}{\pi(1-\frac{\mu}{e})} \cdot \text{Ang} \cos 1 - \cos \frac{\pi}{e} \left(1 - \frac{\mu}{e} \right) \right] \quad (8)$$

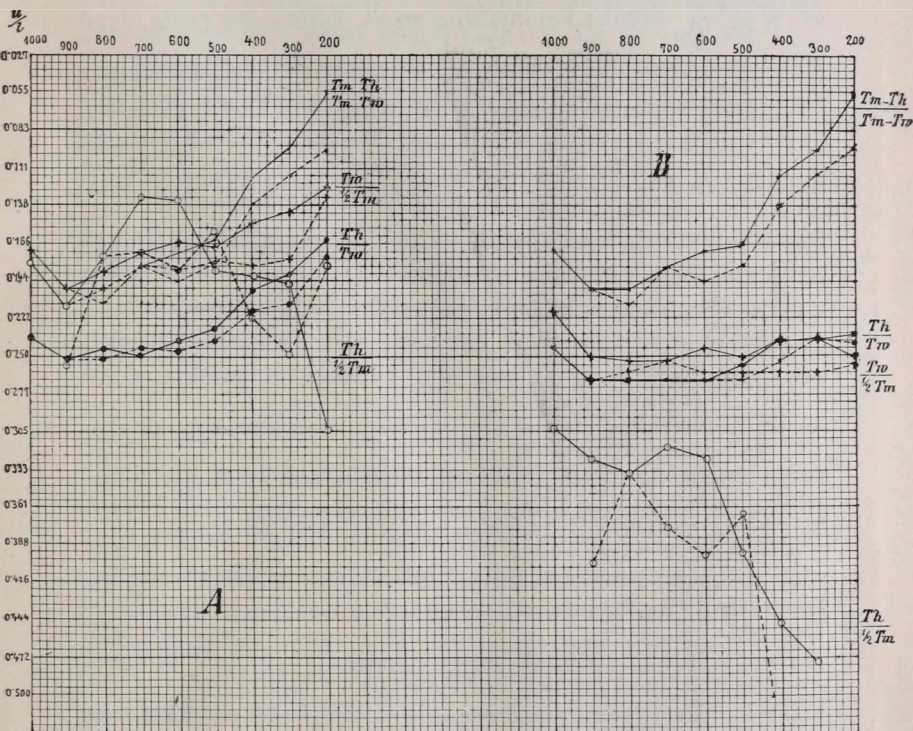
Ez egyenlet alkalmazhatási határa: $l > \mu > \frac{1}{3}l$.

l	μ	$\frac{\mu}{l}$	$\frac{T_h}{\frac{1}{2} T_m}$	$\frac{T_w}{\frac{1}{2} T_m}$	$\frac{T_h}{T_w}$	$\frac{T_m - T_h}{T_m - T_w}$
180	5	0.027	0.702	0.108	12.00	0.685
	10	0.055	0.736	0.210	6.00	0.705
	15	0.083	0.778	0.307	4.00	0.724
	20	0.111	0.800	0.400	3.00	0.750
	25	0.138	0.828	0.488	2.40	0.774
	30	0.166	0.856	0.571	2.00	0.800
	35	0.194	0.882	0.651	1.71	0.827
	40	0.222	0.908	0.727	1.50	0.857
	45	0.250	0.932	0.800	1.33	0.888
	50	0.277	0.956	0.861	1.20	0.923
	55	0.305	0.978	0.936	1.09	0.960
	60	0.333	1.000	1.000	1.00	1.000
	65	0.361	1.019	1.061	.	1.046
	70	0.388	1.036	1.120	.	1.095
	75	0.416	1.050	1.176	.	1.153
	80	0.444	1.062	1.230	.	1.219
	85	0.472	1.072	1.283	.	1.294
	90	0.500	1.081	1.333	.	1.380

E táblázatból ki lehet keresni az egyes görbék viszonyszámait után a megfelelő $\frac{\mu}{l}$ viszonyt, és az áttekintés könnyebbé tette-

** Jendrassik: 17-ik, 21-ik és 32-ik egyenlete.

lére közlöm a 3-ik ábrát, a mely A -nál a görbe kezdetétől, B -nél az ingerhatás pillanatától számított értékek szerint van szerkesztve; az izom hossza (μ) változatlanul maradván, e táblázat tulajdonképen a hullám hosszának (l) változásait tünteti föl.



3. ábra.

A görbe kezdetétől számított értékek viszonyszámai, az erős ingerek által kiváltott rángásoknál a $\frac{Th}{Tw}$ viszony kivételével, elég jó egyezést mutatnak; a gyöngébb ingerek által kiváltott rángások különböző viszonyszámai ellenben nem egyeznek össze, sőt ellenkező jelentőségű változást mutatnak $\frac{Th}{\frac{1}{2} Tm}$ viszonyszámok szerint az ingerlő áramerő csökkenésekor növekszik a $\frac{\mu}{l}$ viszony, vagyis rövidül a hullám hossza; a többi viszonyzámsorok egy-

értelműleg a $\frac{\mu}{l}$ kisebbedését, vagyis a hullámhossz növekedését bizonyítják; a változás azonban nem egyenletes.

B -nél szépen összeegyezők és szabályos menetűek a $\frac{Th}{Tw}$ és a $\frac{Tw}{\frac{1}{2} Tm}$ sorok; különböző a másik kettő, még pedig olyan értelemben, hogy a különbség a Th érték nagy voltát bizonyítja; a viszonyszámok különbsége annál nagyobb, minél gyöngébb volt az ingerlő áramerő, tehát minél hosszabb volt a lappangási időszakasz. A $\frac{Tw}{\frac{1}{2} Tm}$ sorok csekély ingadozása a Tw érték lemerésének megbízhatósága mellett szól s egyszermind azt is bizonyítja, hogy a sarkalatos pontoknak az ingerület pillanatától mért értékei jobb számítási eredményeket szolgáltatnak.

Hasonló viszony tűnik ki a kísérleti sor második feléből, a mely a változatlan erejű áram által kiváltott rángásokra vonatkozik, a melyeknél tehát a $\frac{\mu}{l}$ viszony megváltozását az elfáradás okozta. Az ingerlés pillanatától számított értékek viszonyszámainak változása itt is szabályosabb menetű, kivéve a $\frac{Th}{\frac{1}{2} Tm}$ sort, a mely az ingerlés pillanatától számított értékek csoportjában túlságosan nagy viszonyszámokat tartalmaz. *Jendrássik* fejtegetéseiből u. i. kitűnik, hogy e viszony $\frac{\mu}{l} = 0 - \frac{\mu}{l} = 0.638$ hatások közt folytonosan növekedik, és itt 1.098 értékkel legnagyobbá válik, a $\frac{\mu}{l}$ további növekedésekor ismét kisebbedik. De azért még nem lehet azt gondolni, hogy a táblázatban előforduló igen nagy értékek az által jöttek volna létre, mert a Th értéke az ingerhatás pillanatától van számítva, minthogy hasonló igen nagy viszonyszámok a görbe kezdetétől számított értékeknél is előfordulnak, nevezetesen a 33-ik, a 37-ik és a 38-ik rángásnál, a 35-ik és a 39-ik is rendkívül nagy a megfelelő többi viszonyszámokhoz hasonlítva.

E túlságosan nagy értékek az által jönnek létre, hogy a félmagasságnak megfelelő emelkedést a jelző emeltyű az izom megnyúlása miatt később éri el, ennél fogva a félmagasság időér-

tékét a lemeréskor nagyobbnak találjuk. A táblázatból látható, milyen csekély változás van a $\frac{Th}{\frac{1}{2}Tm}$ viszonyszámok értékében $\frac{''}{l} = \frac{1}{3}$ és $\frac{''}{l} = 1$ hatások közt; e csekély változások mellett a lemerésnek igen kis hibái is a számítás eredményének jelentékeny különbségeit vonják magok után.

Ez 1-ső görbesor adatai, a mondottak szerint, a mellett szólnak, hogy az ingerület az izom közvetetlen ingerlésekor az ingerlés pillanatában kezdődik és így a Tm , a Th és a Tw idők mérési pontjául az ingerlés pillanatát kell tekinteni.

A m. adductor magnus (Ecker) szakítási bevezetett árammal ingerelve; a kísérlet folyamán a 38 ik görbéig a következő táblázatban felsoroltak között a megterhelés 33 gr., — a 41-ik görbétől 18 gr. volt; az elektrodok elhelyezése olyan volt, mint az 1-ső görbesornál, a jelző izom u. i. csak az egyik elektroddal állott közvetetlen érintkezésben, az ingerületet tehát egyszerű inger váltotta ki. A szabadon mozgó izomrész 27 mm. volt. A rángások följegyzésekor az izom sohasem volt megtámadva, a súly ennél fogva az izmot megfelelő fokban kinyújtotta. A rángások egymást 15 másodpercenként követték; az ingerlő áramot fölváltva, egyszer leszálló, másszor fölszálló irányban vezettem ugyanannál az áramerőnél, az ingerület megindítására tehát egyszer a kathod, másszor az anod ingere szolgált. Az áram ereje a rángások első felében változott, hogy különböző alakú görbék is szolgálnak a mérés alapjául, a rángássor második felében pedig változatlanul megmaradt, a görbék különbségei tehát itt részint a fáradásnak, részint az elhalási folyamatnak tulajdonítandók, valamint a görbesor első részéhez képest a kisebb megterhelés is.

E görbesor adatait is előbb oly irányban vegyük bírálat alá, mint az első sort, részint, hogy a lemerített értékekből levonjuk a következtetéseket, részint, hogy összehasonlíthassuk az 1-ső kísérleti sorral.

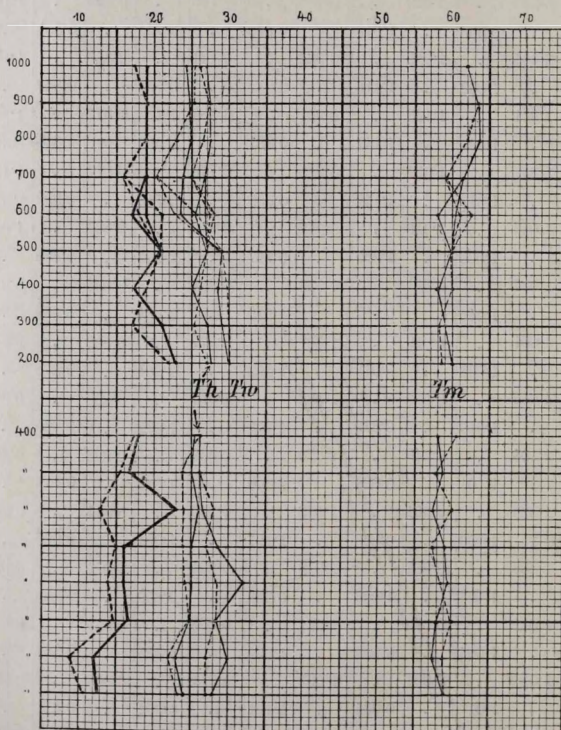
Azután felsorolom azokat az adatokat, a melyek az 1-ső görbesor tárgyalása után váltak szükségessé s a melyeket ennél a kísérletnél megszereztem. A görbék alakváltozásának könnyebb áttekinthetése végett, a mérések eredményét graphikai úton is föltüntettem előbb, a 4-ik ábrán, a görbe kezdetétől számított értékek szerint.

Sorszám	Áramerő. Ingerlő elektrod	Tl	Hm	Hw	Javitott értékek						Tm—Th	Tm—Tw
					az ingerlés pilla- natától			a görbe kezdetétől				
					Tm	Th	Tw	Tm	Th	Tw		
5	1000—	6·6	11·1	4·8	68·5	33·6	31·1	61·9	27·0	24·5	34·9	37·4
6	1000+	6·3	10·9	5·1	68·1	32·7	31·6	61·8	26·4	25·3	36·4	36·5
7	900—	6·2	10·8	4·65	69·6	33·6	31·1	63·4	27·4	24·9	35·0	38·5
8	900+	6·2	10·6	4·6	69·5	33·6	31·4	63·3	27·4	25·2	35·9	38·1
9	800—	6·2	10·4	4·45	69·7	33·6	31·0	63·5	27·4	24·8	36·1	38·7
10	800+	8·4	10·3	4·2	70·4	35·3	31·7	62·0	26·9	23·3	35·1	38·7
11	700—	8·6	10·0	3·9	70·0	35·4	31·6	61·4	26·8	23·0	34·6	38·4
12	700+	10·6	10·0	3·7	70·0	35·7	31·1	59·4	25·1	20·5	34·3	38·9
13	600—	7·9	9·7	3·95	68·3	34·4	31·4	60·4	26·5	23·5	33·9	36·9
14	600+	8·0	9·6	3·65	69·4	35·4	31·0	61·4	27·4	23·0	34·0	38·4
17	600—	10·6	9·1	4·2	68·5	35·7	34·1	57·9	25·1	23·5	32·8	34·4
18	600+	8·6	9·0	4·0	71·0	35·5	34·3	62·4	26·9	25·7	35·5	36·7
23	500—	8·2	7·7	4·3	67·5	35·0	36·8	59·3	26·8	28·6	32·5	30·7
24	500+	8·8	7·6	4·3	68·1	35·6	38·0	59·3	26·8	29·2	32·5	30·1
25	400—	11·3	7·2	4·2	69·8	36·7	39·9	58·5	25·4	28·6	33·1	29·9
26	400+	10·0	7·1	6·1	69·9	36·3	39·5	59·9	26·3	29·5	33·6	30·4
27	300—	11·8	6·5	3·65	71·1	38·6	41·2	59·3	26·8	29·4	32·5	29·9
28	300+	11·4	6·0	3·65	70·3	36·9	41·5	58·9	25·5	30·1	33·4	28·8
29	200—	12·1	5·0	2·8	71·9	39·7	41·8	59·8	27·6	29·7	32·2	30·1
30	200+	12·2	4·3	2·5	70·8	39·0	42·1	58·6	26·8	29·9	31·8	28·7
37	500—	11·6	6·1	3·7	68·9	35·8	39·7	57·3	24·2	28·1	33·1	29·2
38	500+	11·5	6·0	3·75	67·4	34·0	39·5	55·9	22·5	28·0	33·4	27·9
41	400—	9·1	6·0	3·1	67·2	34·5	35·1	58·1	25·4	26·0	32·7	32·1
42	400+	8·8	5·9	3·05	69·5	34·9	34·6	60·7	26·1	25·8	33·6	34·9
43	400—	9·0	5·7	3·0	67·2	34·0	34·7	58·2	25·0	25·7	33·2	32·5
44	400+	9·1	5·2	2·75	66·9	33·6	34·7	57·8	24·5	25·6	33·3	32·2
45	400—	8·6	5·0	2·9	66·1	34·5	34·8	57·5	25·9	26·2	31·6	31·3
46	400+	8·5	5·3	3·0	68·6	34·9	36·2	60·1	24·4	27·7	35·7	32·4
47	400—	8·7	5·2	3·1	67·8	33·9	37·5	59·1	25·2	28·8	33·9	30·3
48	400+	10·9	4·9	2·8	68·3	35·0	37·6	57·4	24·1	26·7	33·3	30·7
51	400—	8·2	4·8	3·3	67·4	33·2	40·1	59·2	25·0	31·9	34·2	27·3
52	400+	11·2	4·8	3·0	70·1	35·4	39·5	58·9	24·2	28·3	34·7	30·6
53	400—	10·9	4·7	3·0	68·9	35·7	40·0	58·0	24·8	29·1	33·2	28·9
54	400+	11·2	4·6	2·7	71·3	36·1	40·0	60·1	24·9	28·8	35·2	31·3
55	400—	10·9	4·5	3·0	68·4	34·1	40·7	57·5	23·2	29·8	34·3	27·7
56	400+	11·3	4·4	2·75	70·0	33·8	38·4	58·7	22·5	27·1	36·2	31·6
57	400—	11·5	4·3	2·6	70·7	35·5	39·5	59·2	24·0	28·0	35·2	31·2
58	400+	11·8	4·2	2·6	71·2	35·2	38·7	59·4	23·4	26·9	36·0	32·5

számtáblázat.

Az ingerlés pillanatától számítva								A görbe kezdetétől számítva					
$T_w : \frac{1}{2} T_m$		$Th : \frac{1}{2} T_m$		$Th : T_w$		$\frac{T_m - Th}{T_m - T_w}$		$T_w : \frac{1}{2} T_m$		$Th : \frac{1}{2} T_m$		$Th : T_w$	
—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+
0.908	.	0.980	.	1.080	.	0.933	.	0.791	.	0.872	.	1.102	.
.	0.928	.	0.960	.	1.037	.	0.969	.	0.818	.	0.854	.	1.043
0.893	.	0.965	.	1.080	.	0.935	.	0.785	.	0.864	.	1.100	.
.	0.903	.	0.966	.	1.040	.	0.942	.	0.796	.	0.865	.	1.087
0.889	.	0.964	.	1.083	.	0.932	.	0.781	.	0.863	.	1.104	.
.	0.900	.	1.002	.	1.116	.	0.912	.	0.751	.	0.867	.	1.154
0.903	.	1.011	.	1.120	.	0.901	.	0.750	.	0.873	.	1.166	.
.	0.888	.	1.020	.	1.147	.	0.881	.	0.690	.	0.845	.	1.224
0.919	.	1.007	.	1.091	.	0.918	.	0.778	.	0.877	.	1.127	.
.	0.893	.	1.020	.	1.142	.	0.885	.	0.749	.	0.892	.	1.191
0.995	.	1.042	.	1.046	.	0.953	.	0.812	.	0.867	.	1.068	.
.	0.966	.	1.000	.	1.035	.	0.967	.	0.823	.	0.862	.	1.046
1.090	.	1.037	.	0.951	.	1.058	.	0.964	.	0.903	.	0.937	.
.	1.116	.	1.045	.	0.937	.	1.079	.	0.984	.	0.903	.	0.917
1.143	.	1.051	.	0.919	.	1.007	.	0.977	.	0.868	.	0.888	.
.	1.130	.	1.038	.	0.918	.	1.105	.	0.984	.	0.878	.	0.891
1.158	.	1.085	.	0.936	.	1.086	.	0.991	.	0.965	.	0.911	.
.	1.180	.	1.049	.	0.889	.	1.159	.	1.022	.	0.865	.	0.847
1.162	.	1.104	.	0.949	.	1.070	.	0.993	.	0.926	.	0.929	.
.	1.189	.	1.101	.	0.926	.	1.108	.	1.020	.	0.914	.	0.896
1.152	.	1.039	.	0.901	.	1.133	.	0.980	.	0.844	.	0.868	.
.	1.172	.	1.009	.	0.860	.	1.197	.	1.001	.	0.805	.	0.803
1.044	.	1.036	.	0.982	.	1.018	.	0.994	.	0.874	.	0.977	.
.	0.995	.	1.004	.	1.008	.	0.962	.	0.850	.	0.860	.	1.011
1.032	.	1.011	.	0.979	.	1.021	.	0.883	.	0.859	.	0.972	.
.	1.037	.	1.004	.	0.968	.	1.034	.	0.885	.	0.847	.	0.957
1.052	.	1.043	.	0.991	.	1.009	.	0.911	.	0.968	.	0.988	.
.	1.055	.	1.017	.	0.964	.	1.101	.	0.921	.	0.811	.	0.880
1.106	.	1.000	.	0.904	.	1.118	.	0.974	.	0.852	.	0.874	.
.	1.101	.	1.024	.	0.930	.	1.078	.	0.930	.	0.839	.	0.902
1.190	.	0.985	.	0.827	.	1.252	.	1.077	.	0.844	.	0.783	.
.	1.126	.	1.010	.	0.896	.	1.134	.	0.961	.	0.821	.	0.855
1.161	.	1.036	.	0.892	.	1.148	.	1.003	.	0.855	.	0.852	.
.	1.122	.	1.012	.	0.902	.	1.124	.	0.958	.	0.828	.	0.864
1.190	.	0.997	.	0.837	.	1.238	.	1.036	.	0.806	.	0.778	.
.	1.097	.	0.965	.	0.880	.	1.145	.	0.923	.	0.766	.	0.830
1.117	.	1.004	.	0.898	.	1.128	.	0.946	.	0.810	.	0.857	.
.	1.087	.	0.988	.	0.909	.	1.108	.	0.906	.	0.787	.	0.869

A T_m az ingerlő áram gyöngülésekor rövidül, míg T_h változatlan marad, hasonlóképen mint az 1-ső görbesornál. A T_w értékei ellenkezőleg más viszonyt mutatnak, az 1-ső görbesornál u. i. az ingerlés gyöngülésekor megrövidültek, itt pedig meghosszabbodtak. A T_w meghosszabbodása azt jelenti, hogy gyöngébb ingerléskor a hullám tovaterjedési sebessége (v) kisebb lett; a



4. ábra.

v kisebbedésekor várható volna, hogy T_m növekszik, itt ellenkezőleg, a T_m kisebbedése is látszik, a mi csak akkor volna lehetséges, ha változatlan izomhosszúság mellett az elemi korongok lengési ideje (t) még sokkal gyorsabb arányban rövidülne, mint a hogy a tovaterjedési sebesség fogy; a t jelentékeny változására pedig az 1-ső görbesor adatai nem szolgáltatnak alapot.

A T_w lemért és kiszámított értékei összehasonlíthatók a

mellékelt táblázatban, mely azonban a görbesornak csak első feléből tartalmazza az adatokat, továbbá az 5-ik ábrán, melyen a görbesor második felére vonatkozó adatok is föl vannak tüntetve; a kiszámított értékek itt is vastagon kihúzott és pontozott vonal által vannak jelezve.

Sor- szám	Áramerő	T_n lemérve	T_n kiszámítva	Különbség	Sor- szám	Áramerő	T_n lemérve	T_n kiszámítva	Különbség
5	1000	24.5	19.1	— 5.4	17	600	23.5	17.4	— 6.1
6	1000	25.3	17.4	— 7.9	18	600	25.7	18.3	— 7.4
7	900	24.9	18.8	— 6.1	23	500	28.6	21.1	— 7.5
8	900	25.2	18.9	— 6.3	24	500	29.2	21.1	— 8.1
9	800	24.8	18.7	— 6.1	25	400	28.6	17.7	— 10.9
10	800	23.3	18.7	— 4.6	26	400	29.5	19.0	— 10.5
11	700	23.0	19.0	— 4.0	27	300	29.4	21.1	— 8.3
12	700	20.5	15.9	— 4.6	28	300	30.1	17.6	— 12.5
13	600	23.5	19.1	— 4.4	29	200	29.7	23.0	— 6.7
14	600	23.0	20.8	— 2.2	30	200	29.9	21.8	— 8.1

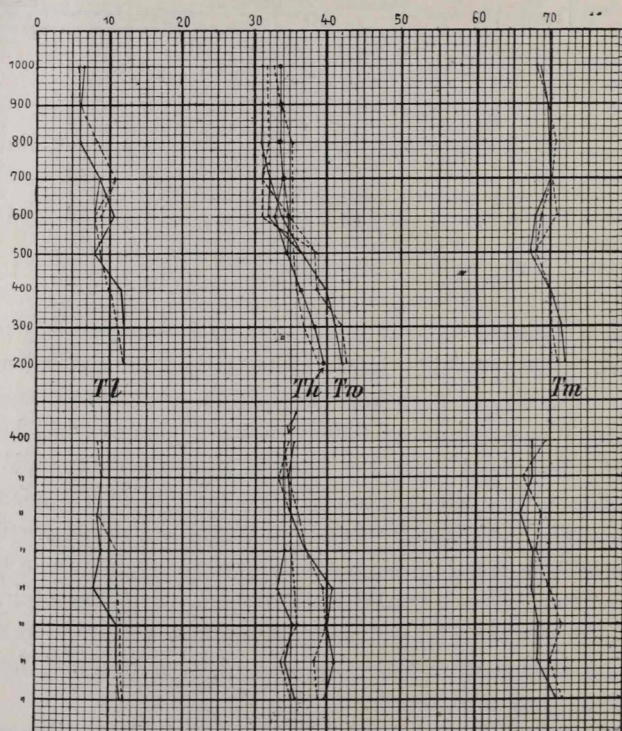
Ez a táblázat azt mutatja, hogy az izomgörbét egy olyan egyszerű ingalengésekből leszármaztatott és külső hatások miatt meg nem változott görbéhez hasonlítjuk, a melynek kezdete, legnagyobb emelkedése és félmagassága az izomgörbén lemerő megfelelő helyekkel egyezik, a jelzővel írt görbén a fordulópontra mindenütt távolabb esik a görbe kezdetétől, mint a kiszámított görbén; még pedig annál nagyobb a különbség, minél gyengébb az ingerlőhatás. A különbség helyenként oly nagy, hogy az a lemerés hibájából nem származhatott, hanem azt kell gondolnunk, hogy a kiszámítás alapjául szolgáltatott értékek voltak hibásak, a rángási görbének olyan alakváltozása miatt, a melynél fogva a kezdete elkésve mutatkozik.

Hogy az ingerület beállításának pillanata összeesik-e az ingerhatás pillanatával, azt az e pillanattól számított értékek összehasonlítása által tudhatjuk meg.

Ez értékek szerint van megszerkesztve az 5-ik ábra. O az ingerhatás pillanata; Tl a lappangási időszakos hossza; a kihúzott vonal itt is, mint a 4-ik ábránál, leszálló áramra, vagyis kathodikus ingerlésre, a pontozott vonal pedig fölszálló áramra, anodikus ingerlésre vonatkozik.

A Im nagyobbodik az ingerlő áram gyöngülésekor, a 4-ik ábrán látható rövidülést tehát a Tl növekedése okozta; a Th és

a T_m értékek is hasonlóképen növekedést mutatnak az ingerlő áram gyengülésekor. A helyváltozásoknak ez az egyértelmősége, az ingerlő áramerő gyengülésekor, a hullám, tovaterjedési sebességének csökkenését bizonyítja, a mint azt már az első görbesor mérési eredménye is valószínűvé tette.



5. ábra.

Ugyanolyan változást mutat a görbesor másik fele is az elfáradás folyamata alatt.

A sarkalatos pontok helyzete, a mint az első kísérletnél láttuk, egymásból kiszámítható; így e második görbesornál, ha a félmagasság időértékét az 1-ső egyenlet szerint kiszámítjuk, a következő eredményt nyerjük:

Sorszám	<i>Th</i> lemérve	<i>Th</i> kiszámítva	különbség.
5.	33·6 mm.	33·2 mm.	— 0·4 mm.
6.	32·7 „	33·2 „	+ 0·5 „
7.	33·6 „	33·5 „	— 0·1 „
8.	33·6 „	33·6 „	0
9.	33·6 „	33·5 „	— 0·1 „
10.	35·3 „	34·0 „	— 1·3 „
11.	35·4 „	33·8 „	— 1·6 „
12.	35·7 „	33·7 „	— 2·0 „
13.	34·4 „	31·2 „	— 1·2 „
14.	35·4 „	33·4 „	— 2·0 „
17.	35·7 „	34·2 „	— 1·5 „
18.	35·5 „	35·1 „	— 0·4 „

A többi görbére vonatkozó adatokból az 1-ső egyenlet szerint nem lehet a *Th* időértékét kiszámítani, mert — a mint már említettem — ez egyenlet alkalmazhatósága csak a $\mu < \frac{1}{3} l$ határig terjed; a többi rángásoknál már nem ez az eset áll fenn; ezeket tehát más módon fogjuk értékesíteni.

A táblázat tanúsága szerint az 5-ik, 6-ik, 7-ik, 8-ik, 9-ik, és 18-ik görbére vonatkozólag kiszámított *Th* időpillanat szépen összeegyezik a lemért értékkel; a többinél is nagyon csekély a különbség, de mindig — értéki, vagyis a lemért érték nagyobb, mint a kiszámított; ennek azonban így is kell lennie, ha a különbséget nem a lemérés hibája, hanem az izom megnyúlása okozza.

Ha az értékeknek ez összeegyeztetéséből egyéb következtetést nem vonnánk is le, mint azt, hogy a görbe sarkalatos pontjainak lemérése elég pontosan végbevihetőnek bizonyul, mert kiszámítva az egyiket a másik kettőből, a számítás eredménye megfelel az eredménynek, az összehasonlítást máris tanulságosnak mondhatnánk; sőt biztosan mondhatjuk, hogy ha a kiszámított és a lemért érték egymástól különbözik, a különbség a görbe alakjának elferdüléséből származik, mint e görbesorban is a 10—17. rángásoknál is, a melyeknél az izom nagyobb fokú megnyúlását a lappangási időszakasznak nagyobb hossza is bizonyítja. Ezek szerint az olyan rángási görbét kell általában a legkevésbé elváltozotttnak tekintenünk, — eltekintve a jelző túlszökésétől, — a melynél a lappangási időszakasz rövid.

A lemért és kiszámított értékek ez összeegyeztetéséből azonban még egyébre is következtethetünk; az 5-ik egyenlet szerint u. i. kiszámíthatjuk az *ingerületnek* lappangási időszakaszát, figyelmen kívül hagyva a számításnál a görbének látható kezdeti részét, s megtudjuk, hogy vajjon az ingerület elkésik-e az ingerlés pillanatától.

A számításra csak azokat a görbéket használtam föl, a melyekre vonatkozólag a lemért és a kiszámított *Th* értékek egyezést mutatnak:

Sorszám	<i>Tm + Tl</i>	<i>Tm</i>	<i>Tl</i>	<i>Tl</i>
	lemérve	kiszámítva		időértéke.
5.	68.5	67.3	+ 1.2 mm.	0.0014 mp.
6.	68.1	69.7	— 1.6 mm.	0
7.	69.6	69.5	+ 0.1 mm.	0.0001 mp.
8.	69.5	69.6	— 0.1 mm.	0
9.	69.7	69.6	+ 0.1 mm.	0.0001 mp.
18.	71.0	69.8	+ 0.2 mm.	0.0014 mp.

A számítás tehát e görbékre vonatkozólag azt mutatja, hogy az *ingerület* az *ingerlés pillanatában* keletkezett, tehát az *ingerületnek nincs lappangási időszakasa*.

E tétel bizonyításához a görbesor további része is nyújt adatokat; ezek fölhasználásánál azonban nem lehet úgy eljárunk, mint eddig, minthogy a 23-ik görbétől kezdve $\mu > \frac{1}{3} l$, és így a *Tl* kiszámítására nem alkalmazható az 5-ik egyenlet. — A számítás csak a *Jendrassik* 28-ik egyenletéből kiindulva volna tethető, a mi pedig igen sok időt venne igénybe. — Más módot kerestem tehát, és a mellékelt táblázat segítségével a lappangási szakasz hossza akkor is kiszámítható lesz, ha $\mu > \frac{1}{3} l$.

l	μ	$\frac{l}{\mu}$	$\frac{\mu}{l}$	$\frac{T_m - T_h}{T_m - T_w}$	$\frac{T_m - T_w}{\frac{1}{2} T_m}$	l	μ	$\frac{l}{\mu}$	$\frac{\mu}{l}$	$\frac{T_m - T_h}{T_m - T_w}$	$\frac{T_m - T_w}{\frac{1}{2} T_m}$
180	10	18.00	0.055	0.705	1.789	180	51	3.53	0.283	0.930	1.117
	11	16.36	0.061	0.709	1.770		52	3.46	0.288	0.937	1.103
	12	15.00	0.066	0.713	1.750		53	3.40	0.294	0.944	1.090
	13	13.85	0.072	0.717	1.731		54	3.33	0.300	0.952	1.077
	14	12.86	0.077	0.722	1.712		55	3.27	0.305	0.960	1.064
	15	12.00	0.083	0.724	1.692		56	3.21	0.311	0.968	1.051
	16	11.25	0.089	0.731	1.674		57	3.16	0.316	0.976	1.038
	17	10.59	0.094	0.735	1.655		58	3.10	0.322	0.984	1.025
	18	10.00	0.100	0.740	1.636		59	3.05	0.327	0.992	1.012
	19	9.47	0.105	0.745	1.618		60	3.00	0.333	1.000	1.000
	20	9.00	0.111	0.750	1.600		61	2.95	0.338	1.009	0.987
	21	8.57	0.116	0.754	1.582		62	2.90	0.344	1.018	0.975
	22	8.18	0.122	0.759	1.564		63	2.857	0.350	1.027	0.963
	23	7.87	0.127	0.764	1.546		64	2.81	0.355	1.036	0.951
	24	7.50	0.133	0.769	1.529		65	2.77	0.361	1.046	0.939
	25	7.20	0.138	0.774	1.512		66	2.738	0.366	1.055	0.927
	26	6.92	0.144	0.779	1.495		67	2.686	0.372	1.065	0.915
	27	6.66	0.149	0.784	1.478		68	2.647	0.377	1.075	0.903
	28	6.43	0.155	0.789	1.461		69	2.608	0.383	1.085	0.891
	29	6.21	0.160	0.794	1.445		70	2.57	0.388	1.095	0.880
	30	6.00	0.166	0.800	1.428		71	2.53	0.397	1.106	0.868
	31	5.81	0.172	0.805	1.413		72	2.50	0.400	1.117	0.857
	32	5.62	0.177	0.810	1.397		73	2.46	0.405	1.129	0.846
	33	5.45	0.183	0.815	1.381		74	2.43	0.411	1.141	0.835
	34	5.29	0.188	0.821	1.365		75	2.40	0.416	1.153	0.824
	35	5.143	0.194	0.827	1.348		76	2.37	0.422	1.166	0.813
	36	5.00	0.200	0.833	1.333		77	2.34	0.427	1.179	0.802
	37	4.865	0.205	0.839	1.318		78	2.309	0.433	1.192	0.791
	38	4.74	0.211	0.845	1.303		79	2.280	0.438	1.205	0.780
	39	4.62	0.216	0.851	1.288		80	2.250	0.444	1.219	0.770
	40	4.50	0.222	0.857	1.272		81	2.222	0.449	1.233	0.759
	41	4.39	0.228	0.863	1.258		82	2.195	0.455	1.248	0.748
	42	4.28	0.233	0.869	1.243		83	2.168	0.460	1.263	0.737
	43	4.18	0.239	0.875	1.228		84	2.142	0.466	1.278	0.727
	44	4.09	0.244	0.881	1.214		85	2.117	0.471	1.294	0.717
	45	4.00	0.250	0.888	1.200		86	2.093	0.477	1.310	0.707
	46	3.91	0.255	0.895	1.186		87	2.069	0.482	1.327	0.697
	47	3.83	0.261	0.902	1.172		88	2.045	0.488	1.344	0.687
	48	3.75	0.266	0.909	1.158		89	2.022	0.494	1.362	0.677
	49	3.67	0.272	0.916	1.144		90	2.00	0.500	1.380	0.667
	50	3.60	0.277	0.923	1.130						

E táblázat egy része már a 27-ik lapon közölve volt, de csak annyiban, a mint a viszonyszámok áttekintésére szolgálhatott. — Az ingerület lappangási időszakaszának értékét e táblázat segítségével a következő módon kereshetjük ki:

A $\frac{T_m - T_h}{T_m - T_w}$ lemért értékek viszonyát megállapítva a táblázat megfelelő rovatában fölkeressük a hozzátartozó $\frac{\mu}{l}$ viszony-

számot; ugyanabban a sorban egy másik rovatban megtaláljuk

a $\frac{Tm - Tw}{\frac{1}{2}Tm} = x$ viszonyszámot; ebből Tm kiszámítható, ú. i.

$$Tm \left(\frac{Tm - Tw}{\frac{1}{2}Tm} \right) = 2(Tm - Tw)$$

tehát

$$Tm = \frac{2(Tm - Tw)}{x}$$

Pl. a 26-ik görbénél

$$Tm - Th = 33.6 \text{ mm.}$$

$$Tm - Tw = 30.4 \text{ mm.}$$

$\frac{Tm - Th}{Tm - Tw} = 1.105$. E viszonyszámot a táblázatban föltaláljuk $\frac{\mu}{l} =$

0.394-nél, bár nem egészen pontosan. — Megfelelő interpolációval azonban megállapítható, hogy a kiszámított viszonyszámok

(1.105) a $\frac{Tm - Tw}{\frac{1}{2}Tm}$ rovatban 0.869 felel meg,

$$Tm = \frac{60.8}{0.869} = 69.9 \text{ mm kiszámítva.}$$

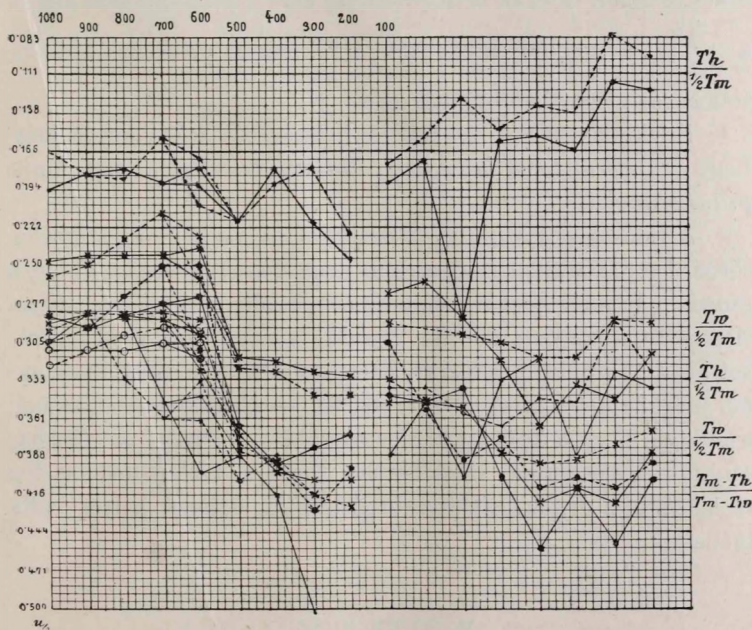
Ugyanannyi, azaz = 69.9 mm. lemérve.

Hasonló módon téve a számítást, a táblázatban foglalt többi rángás adataiból az ingerület lappangási időszakaszára vonatkozólag a következőket találjuk:

Sor- szám	$Tm + Tl$ lemérve	Tm ki- számítva	Tl	Tl időértéke	Sor- szám	$Tm + Tl$ lemérve	Tm ki- számítva	Tl	Tl időértéke
	mm.	mm.	mm.	mp.		mm.	mm.	mm.	mp.
23	67.5	66.6	+0.9	0.0010	44	66.9	67.5	-0.6	0.—
24	68.1	67.1	+1.0	0.0011	45	66.1	63.4	+2.7	0.0032
25	69.8	69.0	+0.8	0.0009	46	68.6	73.4	-4.8	0.—
26	69.9	69.9	0	0.0000	47	67.8	70.8	-3.0	0.—
27	71.1	67.2	+3.9	0.0046	48	68.3	68.8	-0.5	0.—
28	70.3	70.4	-0.1	0.—	51	67.4	73.2	-5.8	0.—
29	71.9	66.3	+5.6	0.0066	52	70.1	72.7	-2.6	0.—
30	70.8	66.3	+4.5	0.0053	53	68.9	72.2	-3.2	0.—
37	68.9	69.3	-0.4	0.—	54	71.3	73.5	-2.2	0.—
38	67.4	70.9	-3.5	0.—	55	68.4	71.0	-2.6	0.—
41	67.2	65.9	+1.3	0.0015	56	70.0	76.0	-6.0	0.—
42	69.5	65.9	+3.6	0.0042	57	70.7	73.8	-3.1	0.—
43	67.2	67.0	+0.2	0.0002	58	71.2	74.9	-3.7	0.—

Az egész sorban csak 5 esetre vonatkozólag mutat a számítás figyelembe vehető + értéket, mint az ingerület lappangási időszakaszát; az esetek nagy többségénél inkább — érték mutatkozott. E negatív értékek azonban a rángások utolsó részében jelentkeztek, azoknál a rángásoknál (46—58), a melyeknél a rövidülési maximum a kifáradás miatt mindinkább csökkent.

Az ingerület pillanatától mért sarkalatos pontok viszony-számainak összehasonlítása könnyen megtehető a mellékelt 6-ik ábrán, mely a táblázat adataiból van szerkesztve.



6. ábra.

A két félre osztott ábra első fele 5—30 rángási-görbéig, a másik fél 41—58 görbéig tartalmazza a viszonyszámokat; τ az ingerlés pillanatától számított, τ pedig a rángás kezdetétől számított értékeket jelenti.

Könnyen fölismerhető, hogy az ingerhatás pillanatától számított időértékek viszonyszámai jobban egyeznek úgy egymással, mint a $\frac{T_m - T_h}{T_m - T_w}$ viszonyszámokkal, — mely utóbbiakkal

mind a két rendbeli más viszonyszámok összehasonlítandók, mert ezeknek értékét, az ingerület lappangási időszakának létele vagy hiánya nem módosítja. — Az ingerlés pillanatától számított értékek viszonyszámainak összehangzása azonban nem csupán jobb, hanem úgy az értékek nagyságára, mint a változás menetére nézve is kielégítő; a rángási görbék kezdetétől számított értékek viszonyszámai ellenkezőleg úgy egymás közt, mint a $\frac{T_m - Th}{T_m - Tw}$ viszonyszámokhoz képest föltűnő különbséget mutatnak. Mind a két rendbeli értékek viszonyszámai közt leghibásabbnak látszik a $\frac{Th}{\frac{1}{2}T_m}$, a melynek hibás volta a Th lemért értékének kimutatott kevés megbízhatóságából ered.

E viszonyszámok összehasonlításából is tehát úgy látszik, hogy az *ingerület keletkezésének pillanata összeszik az ingerhatás pillanatával.*

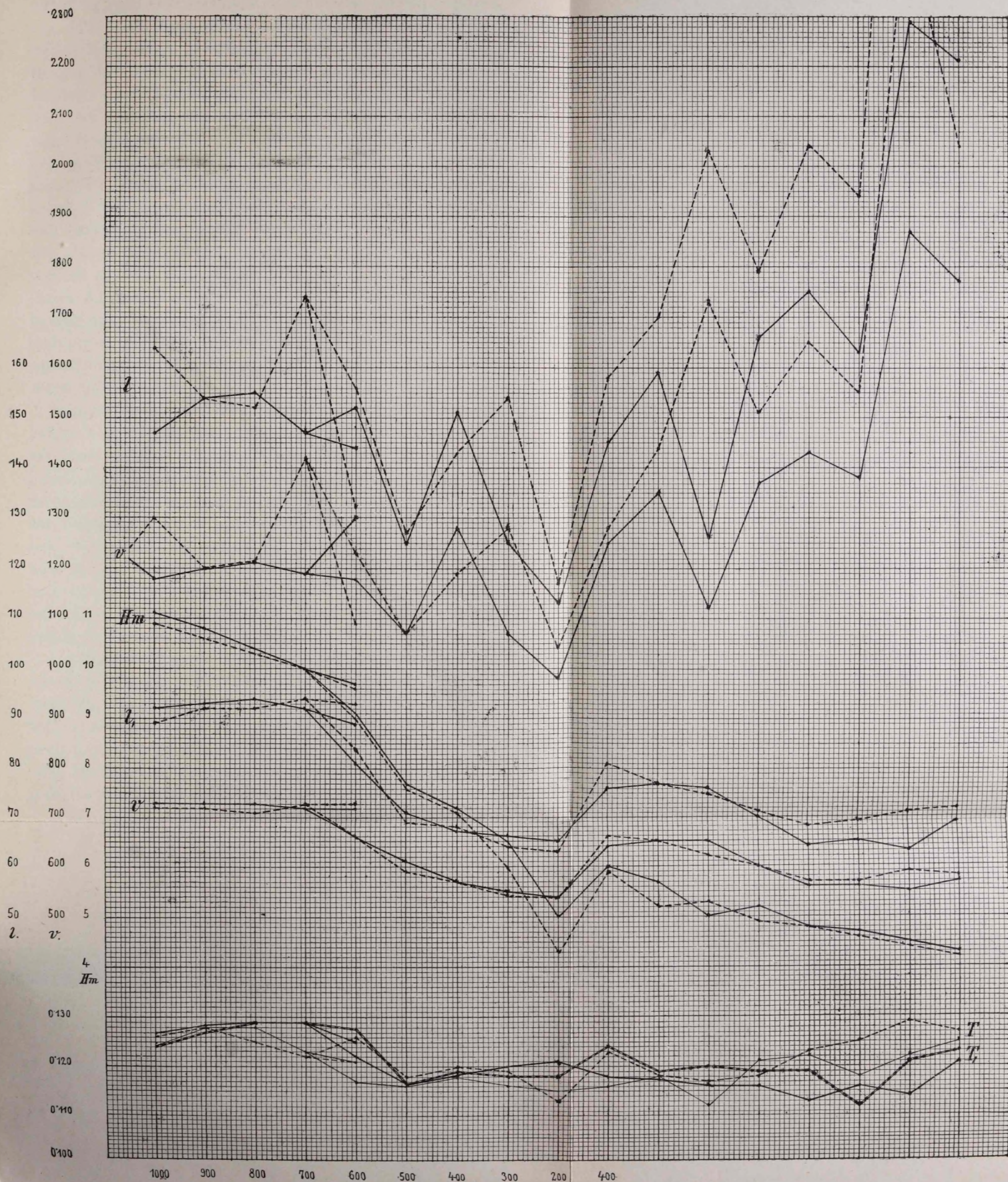
A valóságos viszonyok fölismeréséhez azonban e két görbesornál nyert adatokat nem tartom még elégségeseknek; ahhoz a rángási görbének sokkal behatóbb elemzésére van szükség, olyan elemzésre, a melynél az összehúzódás közben elért emelkedéseket kis időközönként lemérve, összehasonlítjuk a számítás alapján megállapított emelkedés értékével. — Ez összehasonlításból, azonkívül hogy a kitűzött kérdés megoldása várható, az összehasonlítás egyszersmind remélhetőleg további bizonyítékokat fog szolgáltatni a *Jendrassik* összehúzódási elméletének helyes volta mellett.

MÁSODIK RÉSZ.

A rángási tényezők kiszámítása és a rángási görbén lemért emelkedések összehasonlítása a kiszámított értékekkel.

A rángási tényezők, ú. m. az elemi rétegek lengési ideje, a rövidülési hullám tovaterjedési sebessége és a hullám hossza *Jendrassik* útmutatása szerint kiszámíthatók a T_m és a Th , illetőleg a Tw időértékekből, a melyek a rángási görbén lemérhetők, a 17., 23., 24., 25. és 28-ik egyenletek szerint.

E tényezők értéke azonban különböző lesz, a szerint, a mint





a számítás alapjául vett sarkalatos pontok időértékét a rángási görbe kezdetétől, vagy az ingerhatás pillanatától számítjuk, a hol eddigi fejtegetéseim szerint az összehúzódás tényleg megindul.

Föladatomban éppen annak a kérdésnek lehetőleg alapos megfejtése lévén, hogy e sarkalatos pontok időértékének számítása honnan történjék, s az 1-ső részben mondottak után a kérdést biztosan megoldottnak még nem tekintvén, a két módon nyert számítási adatokat összehasonlítom, és további módokat is keresek a rángási tényezők kiszámítására. — Ha u. i. a rángási görbe kezdetétől és az ingerhatás pillanatától számított értékek alapján nyert eredmények különböznek, csak abból lehet a helyesebbre következtetni, hogy melyik módon szerzett adatok összehangzóbbak, szabályosabbak egymás között egy olyan sor rángási görbé-nél, a hol a körülmények egyenlősége vagy szabályos változása mellett egyenlő vagy szabályosan változó eredményeket lehet várni. Az értékek teljesen biztos voltak azonban egyedül a szabályosság által még nem lenni bebizonyítva, hanem szükség van több olyan módszerre, a melyek különböző alaptól kiindulva, egyező eredményre vezetnek, hogy az értékek biztos voltában megnyugodhassunk.

Számításaim alapjául a 2-ik kísérleti sor görbéi szolgálnak, melyeket egy 27 mm.-nyi hosszú izom írt. A következő két táblázat közül az első a rángási görbe kezdetétől, — a második az ingerhatás pillanatától mért értékek alapján tett számítások eredményét tartalmazza; még pedig az első táblázat értékeinél a Th van fölhasználva, mint pontosabban megmérhető helye a görbé-nek, — a másikéinál pedig a Tw szolgál kiindulópontul, mint-hogy az 1-ső részben ismertetett adatok szerint a Tw értéke, a lemérés csekélyebb pontossága mellett is megbízhatóbbnak látszik. Nem mulasztottam el azonban az ingerhatás pillanatától számított Th érték fölhasználását sem.

A rángási tényezők változásai a táblázat szerint graphikus úton is föl vannak tüntetve a 7-ik ábrán, és pedig a kathodikus inger által kiváltott rángásokra vonatkozólag kihúzott vonalakkal, az anodikus inger által kiváltott rángásokra vonatkozólag pedig pontozott vonalakkal, mint két egymás mellett haladó parallel kísérlet. l , v , T a görbe kezdetétől, — l , v , T , pedig az ingerhatás pillanatától számított értékek alapján.

A rángás görbéjének kezdetétől számított értékek alapján:

Sorszám	Ingerlő elektrod- áram- erő	T_m	T_h	$v = \frac{\mu}{3 T_h - T_m}$		$T = 3(T_m - T_h)$		$l = Tv$		$\frac{l}{\mu}$	$\frac{\mu}{l}$	$\frac{\alpha}{s}$
5	1000—	61·9	27·0	1184	.	0·124	.	147	.	5·444	0·183	0·200
6	1000+	61·8	26·4	.	1304	.	0·126	.	164	6·074	0·164	0·195
7	900—	63·4	27·4	1206	.	0·128	.	154	.	5·703	0·175	0·194
8	900+	63·3	27·4	.	1200	.	0·128	.	154	5·703	.	.
9	800—	63·5	27·4	1213	.	0·128	.	155	.	5·740	0·175	0·175
10	800+	62·0	26·9	.	1213	.	0·125	.	152	5·629	.	.
11	700—	61·4	26·8	1194	.	0·125	.	147	.	5·444	0·183	0·180
12	700+	59·4	25·1	.	1424	.	0·122	.	174	6·444	.	.
13	600—	60·4	26·5	1187	.	0·121	.	144	.	5·333	0·187	0·175
14	600+	61·4	27·4	.	1090	.	0·121	.	132	4·888	.	.
17	600—	57·9	25·1	1204	.	0·117	.	152	.	5·629	.	.
18	600+	62·4	26·9	.	1239	.	0·126	.	156	5·777	.	.
23	500—	59·3	26·8	1075	.	0·116	.	125	.	4·629	0·216	0·139
24	500+	59·3	26·8	.	1075	.	0·118	.	127	4·703	.	.
25	400—	58·5	25·4	1281	.	0·118	.	151	.	5·592	0·170	0·130
26	400+	59·9	26·3	.	1194	.	0·120	.	143	5·596	.	.
27	300—	59·3	26·8	1075	.	0·116	.	125	.	4·629	0·216	0·118
28	300+	58·9	25·5	.	1289	.	0·119	.	153	5·666	.	.
29	200—	59·8	27·6	981	.	0·115	.	113	.	4·185	0·239	0·091
30	200+	58·6	26·8	.	1040	.	0·113	.	117	4·333	.	.
31	500—	57·3	24·2	1483	.	0·118	.	175	.	6·481	.	.
38	500+	55·9	22·5	.	1956	.	0·119	.	233	8·629	.	.
41	400—	58·1	25·4	1253	.	0·116	.	145	.	5·370	.	.
42	400+	60·7	26·1	.	1289	.	0·123	.	158	5·851	.	.
43	400—	58·2	25·0	1350	.	0·118	.	159	.	5·888	.	.
44	400+	57·8	24·5	.	1445	.	0·118	.	170	6·296	.	.
45	400—	57·5	25·9	1123	.	0·112	.	126	.	4·666	.	.
46	400+	60·1	24·4	.	1732	.	0·117	.	203	7·518	.	.
47	400—	59·1	25·2	1375	.	0·121	.	166	.	6·148	.	.
48	400+	57·4	24·1	.	1516	.	0·118	.	179	6·629	.	.
51	400—	59·2	25·0	1436	.	0·122	.	175	.	6·481	.	.
52	400+	58·9	24·2	.	1656	.	0·123	.	204	7·555	.	.
53	400—	58·0	24·8	1383	.	0·118	.	163	.	6·037	.	.
54	400+	60·1	24·9	.	1554	.	0·125	.	194	7·185	.	.
55	400—	57·5	23·2	1875	.	0·122	.	129	.	8·481	.	.
56	400+	58·7	22·5	.	2578	.	0·129	.	132	12·296	.	.
57	400—	59·2	24·0	1772	.	0·125	.	121	.	8·185	.	.
58	400+	59·1	23·4	.	2044	.	0·127	.	259	9·592	.	.

Az ingerhatás pillanatától számított értékek alapján:

Sorszám	Ingerlő elektrod- áram- erő	T_m	T_w	$v = \frac{\mu}{T_w}$	$T = 2 T_m - T_w$	$l = T v$	$\frac{l}{\mu}$	$\frac{\mu}{l}$	$\frac{\alpha}{\delta}$
5	1000—	68·5	31·1	729	0·126	92	3·407	0·293	0·201
6	1000+	68·1	31·6	718	0·124	89	3·296	0·303	0·201
7	900—	69·6	31·1	729	0·128	93	3·444	0·290	0·199
8	900+	69·5	31·4	722	0·128	92	3·407	0·293	
9	800—	69·7	31·0	731	0·129	94	3·481	0·287	0·189
10	800+	70·4	31·7	715	0·129	92	3·407	0·293	
11	700—	70·0	31·6	718	0·129	92	3·430	0·291	0·178
12	700+	70·0	31·1	729	0·129	94	3·481	0·287	
13	600—	68·3	31·4	728	0·125	89	3·444	0·290	
14	600+	69·4	31·0	731	0·128	93	3·444	0·290	
17	600—	68·5	34·1	665	0·122	81	3·000	0·333	
18	600+	71·0	34·3	661	0·128	84	3·111	0·321	
23	500—	67·5	36·8	616	0·116	71	2·62	0·380	0·145
24	500+	68·1	38·0	597	0·116	69	2·55	0·391	
25	400—	69·8	39·9	568	0·118	67	2·48	0·403	0·136
26	400+	69·9	39·5	574	0·119	68	2·51	0·397	
27	300—	71·1	41·2	550	0·120	66	2·47	0·409	0·124
28	300+	70·3	41·5	546	0·118	64	2·37	0·421	
29	200—	71·9	41·8	542	0·121	65	2·40	0·415	0·092
30	200+	70·8	42·1	538	0·118	63	2·33	0·428	
37	500—	69·8	39·7	551	0·119	68	2·51	0·397	
38	500+	67·4	39·5	574	0·113	65	2·40	0·415	
41	400—	67·2	35·1	646	0·118	76	2·81	0·355	
42	400+	69·5	34·6	658	0·124	81	2·00	0·333	
43	400—	67·2	34·7	653	0·118	77	2·85	0·350	
44	400+	66·9	34·7	653	0·118	77	2·85	0·350	
45	400—	66·1	34·8	655	0·116	76	2·81	0·355	
46	400+	68·6	36·2	626	0·120	75	2·77	0·360	
47	400—	67·8	37·5	605	0·116	70	2·59	0·385	
48	400+	68·3	37·6	603	0·118	71	2·62	0·380	
51	400—	67·4	40·1	565	0·113	64	2·37	0·421	
52	400+	70·1	39·5	574	0·119	68	2·51	0·397	
53	400—	68·9	40·0	567	0·116	65	2·40	0·415	
54	400+	71·3	40·0	567	0·112	69	2·55	0·391	
55	400—	68·4	40·7	557	0·114	63	2·33	0·428	
56	400+	70·0	38·4	590	0·121	71	2·62	0·380	
57	400—	70·7	39·5	574	0·121	69	2·55	0·391	
58	400+	71·2	38·7	586	0·123	72	2·66	0·375	

Úgy a rajz, mint a számtáblázatok adatai föltűnően mutatják a rángás látható kezdetétől számított értékeknek rendetlen, szabálytalan menetét, ellenben az ingerhatás pillanatától számított értékeknek rendszeres voltát, valamint a két parallel kísérletnek összehangzó menetét. — A rángások kezdetétől számított értékek alapján lehetetlen volna megmondani, hogy az ingerlés nagysága vagy a fáradási folyamat a kísérlet ideje alatt minő változásokat idéz elő a hullámtényezők értékeiben, ellenben az ingerhatás pillanatától számított értékekből rendszeres változás mutatkozik az ingerlő áram erejének változására, és változatlan erejű ingerlő áram mellett is a fáradás hatásának következtében. Látjuk, hogy a kinematikai tényezők közül sem az elemi korongok lengési ideje, sem a hullám tovaterjedési sebessége nem olyan állandó érték, hogy bármelyiknek egyszeri meghatározása elégséges volna, sőt még általánosítva is az egész izomrendszer különféle izmaira, közös érték képen tekinthető volna; hanem ellenkezőleg, e tényezők olyan tulajdonságoknak látszanak és bizonyulnak is be, a melyek az izom állapota és a külső körülmények szerint folytonos változásnak vannak alávetve, a melyekre vonatkozólag tehát földadatunk általában abban áll, hogy megállapítsuk a tényezőket, a melyek a változásokat okozzák, és azokat, a melyek közt e változás egy izomnál, illetőleg a test különböző izmainál, illetőleg a különböző egyének és állatfajok izmainál történik.

Bernsteinnak a lengési idő megmérésére irányuló egy kísérletén kívül a *Jendrassik* módszere által meghatározó kinematikai tényezők közül csak az ingerület tovaterjedési sebessége képezte a vizsgálatok czélját, és a különböző vizsgálati eljárások szerint e tekintetben is oly különböző eredmények mutatkoztak, hogy azokat csupán magokból az alkalmazott kísérleti eljárások hibáiból megfejtetni, illetőleg ezeknek tulajdonítani nem lehet, hanem eleve valószínűbbnek látszhatott e tényező változékonysága, minthogy lehetetlen volna, hogy a phisilogiai folyamatok mindig egyenlően mehessenek végbe, a szervezet folytonos változása mellett.

A táblázatok azt tüntetik föl, hogy az ingerület tovaterjedési sebességére vonatkozó értékek csekélyebbek akkor, ha a görbék lemerésekor a kiszámításra fölhasznált sarkalatos pontok időér-

tékeit az ingerhatás pillanatától, mint sem ha a rángás látható kezdetétől számítjuk.

A tovaterjedési sebesség u. i. a kísérletnél fölhasznált izomra vonatkozólag 1 méternél kisebbnek látszott az egész rángás sorban, az előbbi számításmód szerint; míg a görbe kezdetétől számított értékek szerint 1—2·5 mtr közt változott volna. Az értékek szabálytalan és nagy ingadozása a külső körülmények változása nélkül, viszont az előbbi értékek szabályosabb változása, amazok helyes volta mellett bizonyít; — az érték csekélyisége ellenbizonyíték gyanánt nem szerepelhet, mert hasonló értékeket mások is találtak; e kis értékek pedig nem jelentik azt, hogy más viszonyok közt az ingerület tovaterjedési sebessége nagyobb ne lehetne.

A hullámtényezők összehasonlításából is a mondottak szerint úgy látszik, hogy az ingerület beállása pillanatának az ingerhatás pillanata tekintendő; bizonytalan alapból kiindulva az értékeknek hasonló szabályos összeillése nem volna lehetséges. Teljes bizonyítékot azonban e kérdés felől csak a további tárgyalások fognak szolgáltatni, a melyeknél az egyes rángási görbéken lemért emelkedéseket, a hullámelmélet alapján megállapított egyenletek szerint kiszámított értékekkel összehasonlítjuk.

A görbék emelkedéseit 5 mm.-nyi távolságok szerint mértem le; a lemerések helyeinek időértékét a jelző emeltyű körmozgásának figyelembe vételével az előbb említett módon kijavítottam, az emelkedés valóságos értékét a jelző emeltyű okozta nagyítás figyelembe vételével megállapítottam, és a megfelelő időben elérni kellő megrövidülést a *Jendrassik* 16. l. egyenlete szerint kiszámítottam. A számítás sok időt igénylő volta, és az a körülmény, hogy tulajdonképen a kiszámításnak az összehasonlítás megtehetése céljából két alapon, nevezetesen a görbék kezdetétől és az ingerhatás pillanatától számított értékek szerint kellett történnie, érthetővé teszi, hogy a számítást nem terjeszthettem ki az egész görbesorra, hanem csak annyi görbére, a mennyi a viszonyok földerítésére elégségesnek látszott.

A következő táblázatokban össze van állítva a számítások eredménye, úgy hogy az összehasonlítás könnyen megtehető.

A le mérés közvetlen adatai mindenütt előre vannak bo csátva, azután következnek a rángási tényezők, a melyeknek is-

merete a kiszámításhoz szükséges, s végre sorrendben a lemért emelkedések valóságos értéke és a kiszámított emelkedések, két alapból kiindulva; az összehasonlítás könnyebbé tételére az értékek növekedésének megfelelő részlet 5 mm.-enként, valamint a lemért értékek különbsége a kiszámított értékekhez viszonyítva külön rovatokba van foglalva.

		<i>a</i> a myogramm kezdetétől		<i>b</i> az ingerlés pillanatától				<i>a</i> a myogramm kezdetétől		<i>b</i> az ingerlés pillanatától	
		számított értékek szerint						számított értékek szerint			
$\frac{a}{s}$						<i>l</i>					
<i>T</i>						<i>TI</i>					
<i>v</i>											
A lemé- résnek javított mm. értékei az ingerlés helyétől	Időérték mp.	A lemért emelke- dések- nek értékei <i>c</i>	Emelkedési különbség	Az emel- kedés <i>b</i> szerint ki- számítva <i>d</i>	Emelkedési különbség	A <i>c</i> és <i>d</i> oszlopok értékei- nek különb- sége	A myo- gramm kezdeté- től lemért emelke- déseknek mm. értékei	Időérték	Az emelke- dés <i>a</i> szerint ki- számítva <i>e</i>	Emelkedési különbség	A <i>c</i> és <i>e</i> oszlopok értékei- nek különb- sége

6. sz. rángási görbe.

A lemerés helyének mm. távolsága az ingerlés pillanatától

A lemerés emelkedés mm.

	5	10	15	20	25	30	31·8	33	35	40	45	50	55	60	65	69·3
	0·0	0·2	0·7	1·8	3·2	4·6	5·1	5·45	5·9	7·2	8·25	9·1	9·85	10·4	10·8	10·9

Tw

Th

a)

b)

a rángási görbe kezdetétől az ingerlés pillanatától számított értékek szerint

A rövidülési együttható	0·195	0·201
A lengési időtartam	0·126 mp.	0·124 mp.
A tovaterjedési sebesség	1304 mm.	718 mm.
A hullám hossza	164 mm.	89 mm.
A lappangási időszakasz		6·3 mm.

A lemerés mm. értékei az ingerlés helyétől javítva	Időérték	A lemerés emelkedések értékei	+ emelkedési különbség	Az emelkedés b) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéshez hasonlítva	A görbe kezdetétől lemerés emelkedéseknek mm értékei	Időérték	Az emelkedés a) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéshez hasonlítva
5·0	0·00595	0·000	0·071	0·064	0·064	+0·064					
10·0	0·01190	0·071	0·264	0·251	0·187	+0·180	3·7	0·00440	0·061	0·061	—0·010
15·0	0·01785	0·335	0·571	0·571	0·320	+0·236	8·7	0·01035	0·337	0·276	+0·002
20·0	0·02380	0·862	0·527	1·002	0·431	+0·140	13·7	0·01630	0·829	0·492	—0·033
24·9	0·02963	1·532	0·670	1·528	0·526	—0·004	18·6	0·02213	1·504	0·675	—0·028
29·8	0·03546	2·203	0·671*	2·144	0·616	—0·059	23·5	0·02796	2·209	0·705*	+0·006
Tw 31·6	0·03784	2·442	0·623	2·418	0·658*	—0·024				0·656	
Th 32·7	0·03891	2·610		2·543		—0·067					
34·7	0·04129	2·826	0·622	2·802	0·623	—0·024	28·4	0·03379	2·865	0·599	+0·039
39·5	0·04700	3·448	0·503	3·425	0·547	—0·023	33·2	0·03950	3·464	0·516	+0·016
44·4	0·05283	3·951	0·408	3·972	0·453	+0·021	38·1	0·04534	3·980	0·431	+0·029
49·2	0·05854	4·359	0·359	4·425	0·367	+0·066	42·9	0·05105	4·411	0·353	+0·052
54·1	0·06438	4·718	0·263	4·792	0·263	+0·074	47·8	0·05688	4·764	0·251	+0·046
59·0	0·07021	4·981	0·192	5·055	0·146	+0·074	52·7	0·06271	5·015	0·142	+0·034
63·9	0·07604	5·173	0·048	5·201	0·020	+0·028	57·6	0·06854	5·157	0·064	—0·016
68·1	0·08104	5·221		5·221		0·000	61·8	0·07354	5·221		0·000

7. sz. rángási görbe.

A lemerés helyének mm. távolsága az ingerlés pillanatától	5	10	15	20	25	30	31.3	33.9	35	40	45	50	55	60	65	70.7
A lemerés emelkedés mm.	0	0.15	0.6	1.6	2.85	4.25	4.6	5.4	5.65	6.8	7.9	8.85	9.6	10.25	10.7	10.8

a) a rángási görbe kezdetétől
b) az ingerlés pillanatától
számított értékek szerint

A rövidülési együttható	0.194	0.198
A lengési időtartam	0.128 mp.	0.128 mp.
A tovaterjedési sebesség	1206 mm.	729 mm.
A hullám hossza	154 mm.	93 mm.
A lappangási időszakasz		6.2 mm.

A lemerés mm. értékei az ingerlés helyétől javítva	Időérték	A lemerés emelkedések értékei	+ emelkedési különbség	Az emelkedés b) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéshez hasonlítva	A görbe kezdetétől lemerés emelkedéseknek mm. értékei	Időérték	Az emelkedés a) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéshez hasonlítva
5.0	0.00595	0.000	0.071	0.062	0.062	-0.062					
10.0	0.01190	0.071	0.216	0.248	0.186	-0.177	3.8	0.00452	0.058	0.058	+0.013
15.0	0.01785	0.287	0.479	0.553	0.305	-0.266	8.8	0.01047	0.312	0.254	-0.025
20.0	0.02380	0.766	0.599	0.971	0.418	-0.205	13.8	0.01642	0.761	0.449	+0.005
25.0	0.02975	1.365	0.670	1.494	0.523	-0.129	18.8	0.02237	1.397	0.636	-0.032
29.85	0.03552	2.035		2.089	0.595	-0.054	23.65	0.02814	2.085	0.688*	-0.050
Tw 31.1	0.03700	2.203	0.671*	2.255	0.639*	-0.052				0.645	
Th 33.6	0.03998	2.586		2.586		-0.000					
34.7	0.04129	2.706		2.728		0.022	28.5	0.03391	2.730		-0.024
39.55	0.04706	3.257	0.551	3.315	0.587	-0.058	33.35	0.03968	3.322	0.592	-0.065
44.4	0.05283	3.784	0.527	3.833	0.518	-0.049	38.2	0.04545	3.846	0.524	-0.062
49.25	0.05860	4.239	0.455	4.281	0.448	-0.042	43.05	0.05122	4.295	0.449	-0.056
54.1	0.06437	4.598	0.359	4.640	0.359	-0.042	47.9	0.05700	4.655	0.360	-0.057
59.0	0.07021	4.909	0.311	4.908	0.268	+0.001	52.8	0.06283	4.925	0.270	-0.016
63.85	0.07598	5.125	0.216	5.083	0.175	+0.051	57.65	0.06860	5.094	0.169	+0.031
69.55	0.08276	5.173	0.048	5.173	0.090	+0.000	63.4	0.07544	5.173	0.079	0.000

11. sz. rángási görbe.

A lemerés helyének mm. távolsága az ingerlés pillanatától

A lemerés emelkedés mm.

	5	10	15	20	25	30	32·7	35	35·6	40	45	50	55	60	65	71
	0·0	0·05	0·3	1·1	2·25	3·5	4·1	4·75	5·0	6·0	7·05	7·95	8·7	9·35	9·8	10·0

a)

b)

a rángási görbe kezdetétől az ingerlés pillanatától számított értékek szerint

A rövidülési együttható	0·180	0·184
A lengési időtartam	0·123 mp.	0·128 mp.
A tovatérjedési sebesség	1194 mm.	696 mm.
A hullám hossza	147 mm.	89 mm.
A lappangási időszakasz		8·6 mm.

A lemerés mm. értékei az ingerlés helyétől javítva	Időérték	A lemerés emelkedéseinek értékei	+ emelkedési különbség	Az emelkedés b) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéséhez hasonlítva	A görbe kezdetétől lemerés emelkedéseknek mm. értékei	Időérték	Az emelkedés a) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéséhez hasonlítva
5·0	0·00595	0·000	0·024	0·056	0·056	—0·056					
10·0	0·01190	0·024	0·120	0·224	0·168	—0·200	1·4	0·00166	0·007	0·007	+0·017
15·0	0·01785	0·144	0·383	0·499	0·275	—0·355	6·4	0·00761	0·158	0·151	—0·014
20·0	0·02380	0·527	0·551	0·877	0·378	—0·350	11·4	0·01356	0·500	0·342	+0·027
25·0	0·02975	1·078	0·595	1·349	0·472	—0·271	16·4	0·01951	1·024	0·524	+0·054
29·9	0·03558	1·676		1·893	0·544	—0·217	21·4	0·02546	1·697	0·673*	—0·021
Tw 31·6	0·03760	1·868	0·599*	2·099	0·591*	—0·231				0·634	
34·8	0·04141	2·275		2·484		—0·209	26·2	0·03117	2·331		+0·044
Th 35·4	0·04213	2·395	0·599		0·544					0·591	
39·65	0·04718	2·874		3·028		—0·154	31·05	0·03695	2·922		—0·048
44·45	0·05289	3·378	0·504	3·506	0·478	—0·128	35·85	0·04266	3·443	0·521	—0·065
49·4	0·05878	3·808	0·430	3·928	0·422	—0·120	40·8	0·04855	3·907	0·464	—0·099
54·25	0·06455	4·167	0·359	4·263	0·335	—0·096	45·65	0·05432	4·271	0·364	—0·104
59·15	0·07038	4·478	0·311	4·516	0·253	—0·038	50·55	0·06015	4·548	0·277	—0·070
64·05	0·07622	4·694	0·216	4·681	0·145	—0·013	55·45	0·06598	4·726	0·178	—0·032
70·0	0·08330	4·742	0·048	4·742	0·061	0·000	61·4	0·07306	4·790	0·073	0·000

A*

13. sz. rángási görbe.

A le mérés helyének mm. távolsága az ingerlés pillanatától

A le mért emelkedés mm.

T_w

a)

b)

a rángási görbe kezdetétől az ingerlés pillanatától számított értékek szerint

A rövidülési együttható
A lengési időtartam
A tova terjedési sebesség
A hullám hossza
A lappangási időszak

0.175

0.178

0.121 mp.

0.125 mp.

1187 mm.

724 mm.

144 mm.

89 mm.

7.9 mm.

A le mérés mm. értékei az ingerlés helyétől javítva	Időérték	A le mért emelkedések értékei	+ emelkedési különbség	Az emelkedés b) szerint kisz mitva	+ növedék	Különbség a le mért emelkedéshez hasonlítva	A görbe kezdetétől le mért emelkedéseknek mm. értékei	Időérték	Az emelkedés a) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a le mért emelkedéshez hasonlítva
5.0	0.00595	0.000		0.057	0.057	—0.057					
10.0	0.01190	0.048	0.048	0.225	0.168	—0.177	2.1	0.00250	0.016	0.016	+0.032
15.0	0.01785	0.215	0.167	0.506	0.281	—0.391	7.1	0.00845	0.195	0.179	+0.020
20.0	0.02380	0.598	0.383	0.885	0.379	—0.297	12.1	0.01440	0.554	0.359	+0.044
24.95	0.02969	1.125	0.527	1.355	0.470	—0.230	17.05	0.02029	1.086	0.532	+0.039
29.9	0.03558	1.724	0.599	1.906	0.551	—0.182	22.0	0.02618	1.750	0.664*	—0.026
T_w 31.4	0.03736	1.892	0.623*	2.088	0.589*	—0.196				0.634	
34.8	0.04141	2.347		2.495		—0.148	26.9	0.03201	2.384		—0.037
39.65	0.04718	2.874	0.527	3.029	0.534	—0.155	31.75	0.03778	2.956	0.572	—0.082
44.55	0.05301	3.353	0.479	3.506	0.477	—0.153	36.65	0.04361	3.469	0.513	—0.116
49.4	0.05878	3.784	0.431	3.902	0.396	—0.118	41.5	0.04928	3.888	0.419	—0.104
54.3	0.06461	4.119	0.335	4.220	0.318	—0.101	46.4	0.05521	4.239	0.351	—0.120
59.15	0.07039	4.407	0.288	4.446	0.236	—0.039	51.25	0.06098	4.484	0.245	—0.077
64.1	0.07628	4.598	0.191	4.581	0.135	—0.017	56.2	0.06687	4.630	0.146	—0.032
68.3	0.08127	4.646	0.048	4.646	0.065	0.000	60.4	0.07187	4.646	0.016	0.000

23. sz. rángási görbe.

A lemerés helyének mm. távolsága az ingerlés pillanatától	5	10	15	20	25	30	35	37 ^{Tw}	40	45	50	55	60	68 Tm
A lemerés emelkedés mm.	0·0	0·1	0·35	0·95	1·9	2·9	3·85	4·3	4·9	5·75	6·4	7·0	7·35	7·7

a) a rángási görbe kezdetétől számított értékek szerint

b) az ingerlés pillanatától

A rövidülési együttható	0·139	0·145
A lengési időtartam	0·116 mp.	0·116 mp.
A tovatérjedési sebesség	1075 mm.	616 mm.
A hullám hossza	125 mm.	71 mm.
A lappangási időszakasz		8·2 mm.

A lemerés mm. értékei az ingerlés helyétől javítva	Időérték	A lemerés emelkedések értékei	+ emelkedési különbség	Az emelkedés b) szerint kiszámítva	+ növekedés	Különbség a lemerés emelkedéséhez hasonlítva	A görbe kezdetétől lemerés emelkedéseknek mm. értékei	Időérték	Az emelkedés a) szerint kiszámítva	+ növekedés	Különbség a lemerés emelkedéséhez hasonlítva
5·0	0·00595	0·000	0·048	0·042	0·042	—0·042	1·8	0·00214			
10·0	0·01190	0·048	0·119	0·168	0·126	—0·120	1·8	0·00214	0·009	0·121	+0·039
15·0	0·01785	0·167	0·288	0·375	0·207	—0·208	6·8	0·00809	0·130	0·266	+0·037
20·0	0·02380	0·455	0·455	0·657	0·282	—0·202	11·8	0·01404	0·396	0·396	+0·059
25·0	0·02975	0·910	0·479	1·007	0·350	—0·097	16·8	0·01999	0·792	0·512	+0·118
29·95	0·03564	1·389	0·455	1·412	0·405	—0·023	21·75	0·02588	1·304	0·530*	+0·085
34·85	0·04147	1·844		1·859	0·447	—0·015	26·65	0·03171	1·834		+0·010
Tw 36·8	0·04379	2·059	0·503*	2·081	0·456*	—0·022				0·486	
39·8	0·04736	2·347	0·407	2·315	0·443	+0·032	31·6	0·03760	2·320	0·423	+0·027
44·7	0·05319	2·754	0·311	2·748	0·349	—0·006	36·5	0·04343	2·743	0·355	+0·011
49·6	0·05902	3·065	0·288	3·097	0·271	—0·032	41·4	0·04926	3·098	0·283	—0·033
54·55	0·06491	3·353	0·167	3·368	0·226	—0·015	46·35	0·05515	3·381	0·194	—0·028
59·5	0·07080	3·520	0·168	3·594	0·094	—0·074	51·3	0·06104	3·575	0·113	—0·055
67·5	0·08032	3·688		3·688		0·000	53·9	0·07056	3·688		0·000

25. sz. rángási görbe.

A le mérés helyének mm. távolsága az ingerlés pillanatától

A le mért emelkedés. mm.

5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70·3
0·0	0·0	0·2	0·6	1·4	2·3	3·25	4·2	5·05	5·75	6·3	6·75	7·1	7·2

a)

a rángási görbe kezdetétől az ingerlés pillanatától számított értékek szerint

b)

A rövidülési együttható

A lengési időtartam

A tovaterjedési sebesség

A hullám hoseza

A lappangási időszakasz

0·130

0·118 mp.

1281 mm.

151 mm.

0·136

0·118 mp.

568 mm.

67 mm.

11·3 mm.

A le mérés mm. értékei az ingerlés helyétől javítva	Időérték	A le mért emelkedések értékei	+ emelkedési különbség	Az emelkedés b) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a le mért emelkedéshez hasonlítva	A görbe kezdetétől le mért emelkedéseknek mm. értékei	Időérték	Az emelkedés a) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a le mért emelkedéshez hasonlítva
5·0	0·00595	0·000		0·036	0·036	—0·036					
10·0	0·01190	0·000		0·145	0·109	—0·145					
15·0	0·01785	0·096	0·096	0·332	0·187	—0·236	3·7	0·00440	0·042	0·042	+0·054
20·0	0·02380	0·287	0·191	0·565	0·233	—0·278	8·7	0·01035	0·235	0·193	+0·052
25·0	0·02975	0·670	0·383	0·866	0·301	—0·196	13·7	0·01630	0·579	0·344	+0·099
29·95	0·03564	1·101	0·431	1·215	0·349	—0·114	18·65	0·02219	1·056	0·477	+0·045
34·9	0·04153	1·556	0·455	1·607	0·392	—0·051	23·6	0·02808	1·558	0·502*	—0·002
Tw 39·9	0·04748	2·011	0·455*	2·034	0·427*	—0·023	28·6	0·03403	2·025	0·467	—0·014
44·8	0·05331	2·418	0·407	2·439	0·405	—0·021	33·5	0·03986	2·416	0·391	+0·002
49·7	0·05914	2·754	0·336	2·785	0·346	—0·031	38·4	0·04569	2·786	0·370	—0·032
54·6	0·06497	3·017	0·363	3·065	0·280	—0·048	43·3	0·05153	3·071	0·285	—0·054
59·55	0·07086	3·233	0·216	3·272	0·207	—0·039	48·25	0·05741	3·282	0·211	—0·049
64·5	0·07675	3·400	0·167	3·400	0·128	0·000	53·2	0·06330	3·412	0·130	—0·012
Tm 69·8	0·08306	3·448	0·048	3·448	0·048	0·000	58·5	0·06961	3·448	0·036	0·000

27. sz. rángási görbe.

A lemerés helyének mm. távolsága az ingerlés pillanatától	5	10	15	20	25	30	35	40	T_w 41·3	45	50	55	60	65	T_m 71·5
A lemerés emelkedés mm.	0·0	0·0	0·1	0·4	1·0	1·8	2·6	3·4	3·65	4·2	4·9	5·45	5·9	6·2	6·5

a) a rángási görbe kezdetétől számított értékek szerint
 b) az ingerlés pillanatától

A rövidülési együttható	0·1175	0·1237
A lengési időtartam	0·116 mp.	0·120 mp.
A tovaterjedési sebesség	1075 mm.	550 mm.
A hullám hossza	125 mm.	66 mm.
A lappangási időszak		11·8 mm.

A lemerés mm. értékei az ingerlés helyétől javítva	Időérték	A lemerés emelkedések értékei	+ emelkedési különbség	Az emelkedés b) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéshez hasonlítva	A görbe kezdetétől lemerés emelkedéseknek mm. értékei	Időérték	Az emelkedés a) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéshez hasonlítva
5·0	0·00595	0·000		0·031	0·094	—0·031					
10·0	0·01190	0·000		0·125	0·153	—0·125					
15·0	0·01785	0·048	0·048	0·278	0·210	—0·230	3·2	0·00381	0·035	0·035	+0·013
20·0	0·02380	0·191	0·143	0·488	0·260	—0·297	8·2	0·00976	0·162	0·127	+0·029
25·0	0·02975	0·479	0·288	0·748	0·306	—0·269	13·2	0·01571	0·416	0·254	+0·063
30·0	0·03570	0·862	0·383	1·054	0·339	—0·192	18·2	0·02166	0·782	0·366	+0·080
34·95	0·04159	1·245	0·383	1·393	0·368	—0·148	23·15	0·02755	1·232	0·450*	+0·013
39·9	0·04748	1·628	0·383	1·761		—0·133	28·1	0·03344	1·672	0·440	—0·044
T_w 41·2	0·04903	1·748	0·383*	1·861	0·371*	—0·113				0·397	
44·85	0·05337	2·011		1·132		—0·121	33·05	0·03933	2·069		—0·058
49·8	0·05926	2·347	0·336	2·458	0·326	—0·111	38·0	0·04522	2·414	0·345	—0·067
54·7	0·06509	2·610	0·273	2·715	0·257	—0·105	42·9	0·05105	2·694	0·280	—0·084
59·65	0·07098	2·826	0·216	2·916	0·201	—0·090	47·85	0·05694	2·910	0·216	—0·084
64·65	0·07693	2·970	0·144	3·048	0·132	—0·078	52·85	0·06289	3·054	0·144	—0·084
T_m 71·1	0·08460	3·113	0·143	3·113	0·052	0·000	59·3	0·07056	3·113	0·059	0·000

29. sz. rángási görbe.

A lemerés helyének mm. távolsága az ingerlés pillanatától

A lemerés emelkedés mm.

5	10	15	20	25	30	35	40	41.8	45	50	55	60	65	72.1
0	0	0.05	0.3	0.7	1.3	1.95	2.6	2.8	3.2	3.7	4.15	4.5	4.8	5.0

Tw

Tm

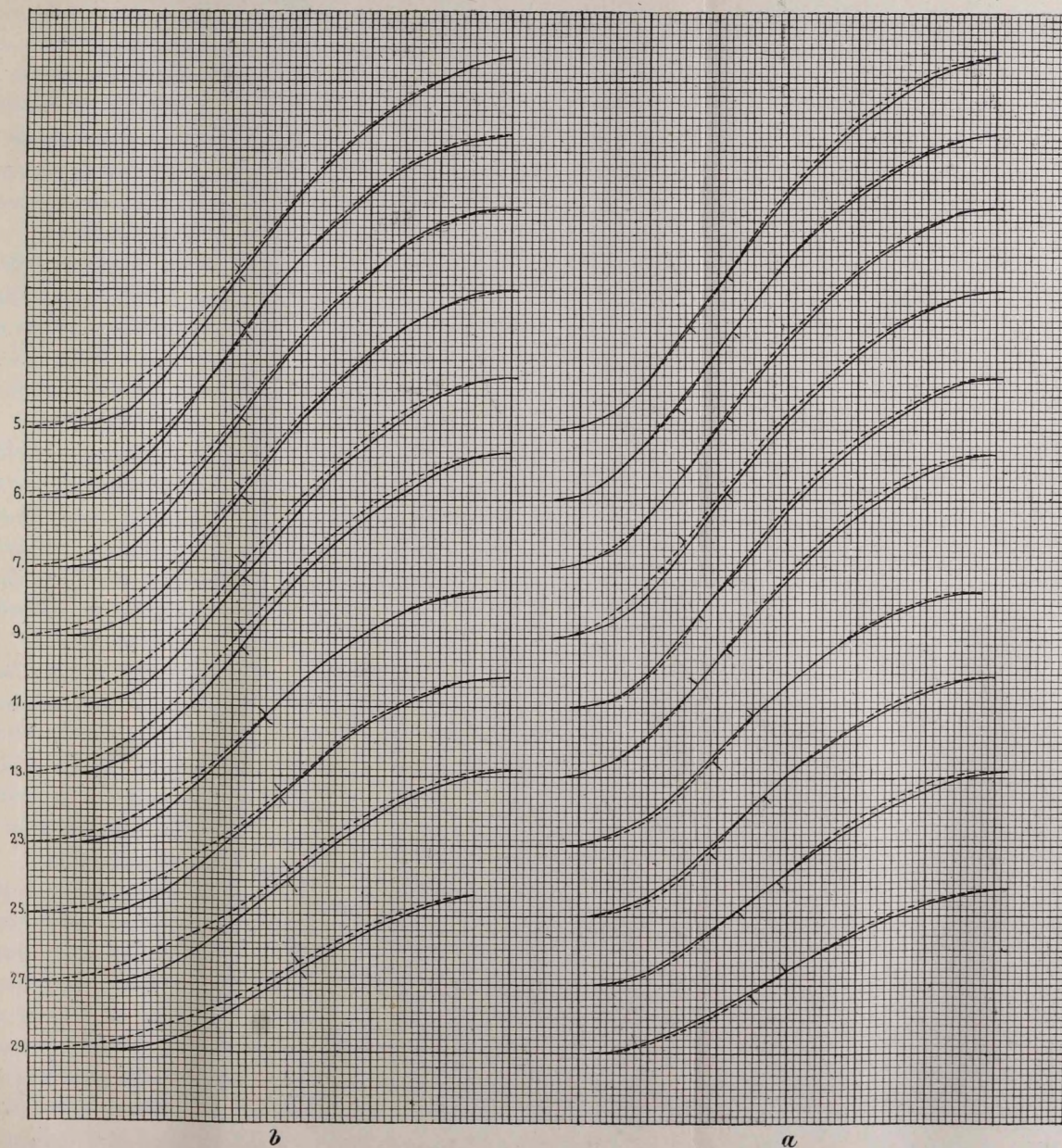
a)

b)

a rángási görbe kezdetétől az ingerlés pillanatától számított értékek szerint

A rövidülési együttható	0.0907	0.092
A lengési időtartam	0.115 mp.	0.121 mp.
A tovaterjedési sebesség	986 mm.	542 mm.
A hullám hossza	113 mm.	65 mm.
A lappangási időszakasz		12.1 mm.

A lemerés mm. értékei az ingerlés helyétől javítva	Időérték	A lemerés emelkedések értékei	+ emelkedési különbség	Az emelkedés b) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéshez hasonlítva	A görbe kezdetétől lemerés emelkedéseknek mm. értékei	Időérték	Az emelkedés a) szerint kiszámítva	+ növedék	Különbség a lemerés emelkedéshez hasonlítva
5.0	0.00595	0.000		0.023	0.070	-0.023					
10.0	0.01190	0.000		0.093	0.114	-0.093					
15.0	0.01785	0.024	0.024	0.207	0.156	-0.183	2.9	0.00345	0.014	0.014	+0.010
20.0	0.02380	0.144	0.120	0.363	0.195	-0.219	7.9	0.00940	0.107	0.093	+0.037
25.0	0.02975	0.335	0.191	0.558	0.237	-0.223	12.9	0.01535	0.283	0.176	+0.052
30.0	0.03570	0.623	0.288	0.795	0.248	-0.172	17.9	0.02130	0.537	0.254	+0.086
35.0	0.04165	0.934	0.311	1.043	0.279*	-0.109	22.9	0.02725	0.864	0.327	+0.070
40.0	0.04760	1.245	0.311*	1.322		-0.077	27.9	0.03320	1.212	0.348*	+0.033
Tw 41.8	0.04974	1.341	0.288	1.426	0.278	-0.085				0.311	
44.9	0.05343	1.533		1.600		-0.067	32.8	0.03903	1.523		+0.010
49.9	0.05938	1.772	0.235	1.851	0.251	-0.079	37.8	0.04498	1.801	0.278	-0.029
54.85	0.06527	1.987	0.215	2.053	0.202	-0.066	42.75	0.05087	2.027	0.226	-0.040
59.8	0.07106	2.155	0.168	2.209	0.156	-0.054	47.7	0.05676	2.203	0.176	-0.048
64.8	0.07711	2.299	0.144	2.316	0.107	-0.017	52.7	0.06271	2.323	0.120	-0.024
Tm 71.85	0.08550	2.395	0.096	2.395	0.079	0.000	59.75	0.07110	2.395	0.072	0.000



S. ábra.

A számadatok szerint megszerkesztve, a 8-ik ábrán a rángási görbéknek alakja is föl van tüntetve. Minthogy azonban a kiszámított és a lemért értékek különbsége oly csekély, hogy a valóságos görbenagyság mellett a különbség rajzban föl sem tüntethető, minthogy a javítás még a legvékonyabb vonalnak is a vastagságába esnék: az emelkedések tízszeresen nagyítva látszanak az ábrán, és így a mutatkozó különbségnek csak a tized-része tekinthető valóságos különbségnek.

A közvetetlenül lemért értékek szerint vannak a görbék kifejlődési szakaszai az emelkedés tetőfokáig (Tm) folytonos vonalakkal fölrajzolva; a kiszámított értékekből szerkesztett görbék az előbbieket mellett pontozott vonalakkal vannak föltüntetve, és pedig a -nál a görbe kezdetétől, — b -nél az ingerlés pillanatától számított értékek szerint.

Az a görbesorban a kiszámított és a lemért görbe lefolyásának legnagyobb eltérései nem nagyobbak, mint a minők a *Jendrassik* méréseinél mutatkoztak; de míg ez utóbbiaknál az eltérés többnyire a görbe kezdeténél mutatkozott, és csak a 2-ik görbénél volt a görbének második szakaszában is figyelembe vehető eltérés, addig az itt bemutatott görbénél a második szakaszban többször van eltérés, és az mindig hasonló értelmű. — E mellett azonban a görbék lefolyása oly szembetűnőleg összeegyező, hogy semmi kétség sem lehet a felől, hogy a myogrammban szabályos matematikai úton meghatározható görbével van dolgunk, és hogy a myogramm oly eredményes görbe, a mely az elemi korongoknak olynemű kilendüléséből jön létre, a melyre az ingalengés törvényei alkalmazhatók, úgy a mint azt már *Jendrassik* megállapította.

Ha tehát a lemért és a kiszámított görbék összehasonlításánál különbségek mutatkoznak az emelkedések értékei közt, azokat, ha kisebbek, a lemérsnél ejtett hibákból lehetne származtatni. — E különbségek azonban, habár kicsinyek, ilyen értelmezést meg nem engednek; a görbék kezdeteinél épen úgy, mint az emelkedés második szakaszában mutatkozó eltéréseknél, a lemért görbe rendszeren meredekebben emelkedik, mint a kiszámított, ellenben a kiszámított görbe emelkedése a fordulópont táján meredekebb. — E rendszeres különbségek okának az izomban kell rejlenie, és azt ki is jelölte *Jendrassik* az izom

rugalmas megnyúlásában, a mely úgy jön létre, hogy a jelző emeltyű kimozdítására szükséges erély csak több elemi korong kinetikai erélyéből való halmozódása által gyűl össze; a halmozódás pedig csak a még össze nem húzódott rugalmas izomszakasznak kinyújtása és kifeszítése által történhetik. Kérdés, hogy ez a megnyújtás, — a mely az ingerület megindulása után létre hozza az összehúzódások látható lappangási szakaszát, megmarad-e az összehúzódás további lefolyása alatt is, ha pedig nem marad meg, mikor éri el tetőpontját?

Lehetne azt is gondolni, és a *Jendrassik* lemeréseinek és számításainak összehasonlítása, valamint az itt felsorolt görbék közül is a 23-ik, megengednék azt a fölfogást is, hogy az izom megnyúlása a lappangási időszakasz végén éri el tetőfokát, s attól kezdve visszafejlődik az izomrövidülés iránya szerint, hatása tehát hozzáadódik az összehúzódáshoz; ez okozza ama meredekebb emelkedést, a melynél fogva a lemért görbe az összehúzódás látható kezdetéhez közel eső szakaszban a kiszámított szabályos görbe fölött halad. — Vannak azonban oly kivételek, a melyek ez értelmezés esetén külön magyarázatot igényelnek. — A *Jendrassik* által közölt görbék között is van egy, a 6-ik, a melynél a többiektől eltérőleg az emelkedés a kifejlődési szakasz első felében visszamarad a kiszámított görbétől; ilyen a viszony az itt felsorolt görbék közül a 7-iknél és a 9-iknél, míg az 5-ik és a 6-ik görbe a lemért és a kiszámított értékek közt semmi figyelembevehető különbséget nem mutat. Az esetek többségében mutatkozni szokott viszonytól tehát éppen azok a görbék képeznek kivételt, a melyek a legrövidebb lappangási időszakaszt mutatták, vagyis a hol az ingerhatás pillanata után a legrövidebb idő múlva volt az összehúzódás kezdete látható. A kivételes görbék egyszersmind a többiek közt a legmagasabbak is.

A rugalmas megnyúlás lefolyási módjának előbb említett fölvétele, viszont megfejtés nélkül hagy egy és másféle eltérést; azt u. i. a mely a *Jendrassik* által közölt görbék közt a 2-iknél mutatkozik, és a mely az itt felsorolt görbénél kisebb-nagyobb mértékben kivétel nélkül látszik: nevezetesen a görbe kifejlődési szakaszának második felében, ellenkezőleg, mint a kezdeti szakasznál, a lemért görbe visszamaradni látszik a kiszámított gör-

bétől, és emezt csak a csúcspont közelében éri utól. Ez a lefolyás az én görbéimnél még ott is látszik, a hol — mint az 5-ik, 6-ik, 11-ik és 13-ik görbénél a kezdeti értékek egymástól nem különböznek. Különösen ez utóbbi esetek volnának nehezen megfejtethők, ha azt hinnők, a lemért és kiszámított értékeknek egyezése alapján, hogy a görbe kezdeténél nem mutatkozott az izom kinyúlása, hanem az csak az emelkedés második felében állott volna be, a látható visszamaradás bizonyítása szerint.

A rugalmas test végére akasztott súlynak nyújtó hatása akkor nyilvánul, a mikor a súly a rugalmas test közbenjárásával jön mozgásba. A *Jendrassik* tnr. úr beleegyezésével egy még nem közölt, de e folyamatot elemző dolgozatára hivatkozva, a fölható erőképen szükséges kinetikai erély egyenes arányban áll az emelni való súly nagyságával, és az emelés gyorsaságának négyzetével. E szerint a mozgás gyorsaságának növekedése egyenlő értelmű a súly növekedésével; miután pedig az összehúzódás az izomban, rétegről-rétegre tovább terjedve, az izom alsó végének emelkedését hozza létre, egészen a forduló pontig, vagy addig, a míg az izomnak összes elemi rétegei működésbe nem jutottak: nyilvánvaló, hogy a súlynak az izomra ható nyújtó hatása nem szűnik meg rögtön az emelkedés pillanatában, sőt legnagyobb értékét is csak valamely későbbi pillanatban éri el; az emelkedés gyorsulásával a nyújtó hatás is egészen a forduló pontig növekszik. Ha tehát az izomállományt az emelni való súly kinyújtja, a nyújtás mindjárt az ingerület megindulásakor kezdődik, és fokozódik még egy bizonyos ideig a súly kimozdulása után is; nem terjedhet azonban a megnyúlás fokozódása az izomban egészen a forduló pontig, minthogy a tovább haladó ingerület miatt az összehúzódott izomrészlet mindinkább hosszabb lesz; a nyújtás ugyan megmarad az összehúzódó izomszakaszban is, de tartama az izom rugalmalmassági fokától fog függeni.

A 6. görbesorban a lemért és az ingerlés pillanatától számított értékek szerint szerkesztett görbék összehasonlításánál, úgy látszik, hogy a görbék különbsége megfelel a nyújtás okozta visszamaradásnak. Az 5., 6., 7., 9., 23. és 25-ik görbénél a lemért értékek visszamaradása a kiszámított értékektől növekedést mutat eleinte, azután fogy a különbsége és a fordulópont-

nál, vagy még azelőtt megszűnik, s a két görbe szép egyezést mutatva, összeolvad. A 11., 13., 27 és 29-ik görbénél a nyújtás, úgy látszik, a fordulópontnál még nem szűnik meg, hanem, bár folytonosan csökkenő mértékben, tovább tart a csúcsponthoz közléig. A nyújtásnak ez a hosszabb fönmaradása különféle okokból származhatnék; részint a súly nyújtó hatásának veszteségéből a fölfelé haladó mozgás miatt, és az összehúzódott izomnak másféle rugalmassági viszonyai által jöhetne létre.

A rugalmas lengés ideje, vagyis a nyújtás időtartama az izomnak rugalmassági fokától függ, és e rugalmassági fok egy izomban sem állandó, hanem állapota szerint változó, nevezetesen pihenés által javúl, elfáradás közben rosszabbodik, illetőleg ez utolsó esetben a nyúlékonyság fokozódik. Ha megállapítjuk, hogy milyen görbéken látjuk a nyújtásnak rövidebb, illetőleg hosszabb időszakaszát, akkor a mondottakhoz alapot szerzünk. A 2-ik rángássort ugyanis három időszakaszban nyertem; az első myographium-lemezen a görbék 18-ig bezárólag, a másodikon 38-ig, a harmadikon pedig 58-ig sorakoztak. Mindegyik üveglemez kicserélése a szükséges följegyzésekkel 7—8 percet vett igénybe, a mely idő alatt az izom pihent; az egy lemezen egymás mellé sorakoztatott rángások közt csak 15 másodpercnyi szünet volt. — 5., 6., 7., 9. az első rángásoknak felelnek meg az első lemezen, 23., 25. szintén az első rángások közül való a másodikon lemezen, tehát a pihenés után közvetlenül következő időszakaszból.

A lemért és a kiszámított görbék összehasonlításánál úgy látszik, hogy az értékek összeegyeztetése általában a legjobb, a minőt várni egyáltalában lehet, és az ingerlés pillanatától számított értékek nagyobb eltérése is egészen megfelelő a viszonyok kellő figyelembe vételével megállapított követelményeknek.

Mind a két közölt kísérleti sor görbéinél, a mint az első szakaszban láttuk, sokszor arra a fölvetelre voltunk utalva, hogy a félmagasság helyének lemérése nem volt megfelelő az izom megnyúlása miatt; ámde e görbéken a félmagasság helye többnyire a fordulópont után esik, tehát olyan helyen, a hol a magassági különbségnek már ki kellene egyenlődnie, — ha ugyanis a megnyúlás határául a forduló pontot lehetne tekinteni, — a félmagasság mégis sok esetben eltolódik a görbe maximuma felé.

T . helyett ide beiktatva a *Jendrássik* 25-ik egyenletében foglalt egyenlő értékű kifejezést, lesz:

$$T_m - T_w = \frac{3(T_m - T_h) - v}{2} \frac{\mu}{v}$$

abban az esetben, ha $\mu < \frac{1}{3} l$; ebből:

$$v = \frac{3(T_m - T_h) - 2(T_m - T_w)}{2} \frac{\mu}{v} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (10)$$

Ezt helyettesítve a 9-ik egyenletben, és l -re föloldva:

$$l = \frac{3(T_m - T_h) \mu}{3(T_m - T_h) - 2(T_m - T_w)} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (11)$$

Egy másik hasonló egyenletsor más alapból vezethető le, ugyanis a *Jendrássik*nak a 16., 6. és a 35-ik sz. alatti egyenleteiből, a melyek a görbe két sarkalatos pontjának magassági méretére vonatkoznak, és $\mu < \frac{1}{2} l$ határig érvényesek:

$$\frac{H_m}{H_w} = \frac{\frac{a}{\delta} \frac{l}{\pi} 2 \left(\sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} \right)}{2 \frac{a}{\delta} \frac{l}{\pi} \sin^2 \left(\frac{\pi}{2} \frac{\pi}{l} \right)}$$

ebből

$$H_w = H_m \cdot \sin \frac{\pi}{2} \frac{\mu}{l} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (12)$$

továbbá

$$l = \frac{\mu \pi}{2 \operatorname{ang} \sin w \frac{H}{H_m}} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (13)$$

ez utóbbit helyettesítve *Jendrássik* 17-ik egyenletében:

$T_m = \frac{l + \mu}{2v}$ és v után föloldva, lesz:

$$v = \frac{\mu \left(\pi + 2 \operatorname{ang} \sin \frac{H_w}{H_m} \right)}{4 T_m \operatorname{ang} \sin \frac{H_w}{H_m}} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad (14)$$

a 13-ik és a 14-ik egyenletből: $\frac{l}{v} = T$

$$T = \frac{2\pi Tm}{\pi + 2 \operatorname{ang} \sin \frac{Hw}{Hm}} \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

A 10., 11. és 13-ik egyenletek segítségével módunkban van a kinematikai tényezőket kiszámítani, olyan két különböző alapon, a melyek közül egyiknél sincs szükségünk a görbe kezdeti pontjának lemérésére, a mit megállapítani úgy sem lehet.

A 14-ik és a 15-ik egyenletnél már a Tm időérték ismerete is szükséges, és tanulságos a kétféle számítás eredményének összehasonlítása, a szerint, a mint a Tm időpontot az ingerlés pillanatától, avagy a görbe látható kezdetétől számítjuk.

De ez utóbbi egyenletek helyett vehetjük a következőket; a 13-ik egyenlet a 9-ikben helyettesítve és v után föloldva, lesz:

$$v = \frac{\mu \left(\pi - 2 \operatorname{ang} \sin \frac{Hw}{Hm} \right)}{4(Tm - Tw) \operatorname{ang} \sin \frac{Hw}{Hm}} \quad . \quad . \quad . \quad (16)$$

a 13-ik és a 16-ik egyenletből, $\frac{l}{v} = T$

$$T = \frac{2\pi(Tm - Tw)}{\pi - 2 \operatorname{ang} \sin \frac{Hw}{Hm}} \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

a 15-ik és a 17-ik T -re vonatkozó egyenleteket egyenlősíthetjük, és Tm után föloldhatjuk;

$$Tm = \frac{Tm - Tw \left(\pi + 2 \operatorname{ang} \sin \frac{Hw}{Hm} \right)}{\pi - 2 \operatorname{ang} \sin \frac{Hw}{Hm}} \quad . \quad . \quad (18)$$

E három egyenlet használatánál sincs szükségünk a myogramm kezdeti pontjának lemérésére, és a 18-ik egyenlet segítségével kiszámítható lévén a Tm , megtudhatjuk a görbe valóságos kezdőpontját, illetőleg az ingerületnek lappangási időszakaszát is.

Az összehasonlítás céljából kiszámítottam a 2-ik kísérleti sornak abban a szakaszában, a hol az ingerlő áram ereje változó volt, a rángás tényezőit, az elősorolt különböző módok szerint. Az eredményt három táblázatban állítottam össze (l. a 64., 65. és 66. lapon: v , T és l .)

Az ingerületnek tovaterjedési sebessége.

A rángások sorszáma	a	a	a	$v = \frac{\mu}{3 \ Th - Tm}$			A rángások sorszáma	a	a	a	$v = \frac{\mu}{3 \ Th - Tm}$			
	10-ik	16-ik	14-ik					10-ik	16-ik	14-ik				
	egyenlet szerint			$v = \frac{\mu}{Tw}$	az ingerlő helyétől számitva	a rángás kezdeti pontjától számitva		egyenlet szerint			$v = \frac{\mu}{Tw}$	az ingerlő helyétől számitva	a rángás kezdeti pontjától számitva	
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
5	758	762	747	729	702	1187	18	685	693	776	661	639	1239	
6	683	692	704	718	756	1304	23	.	610	614	616	.	1075	
7	735	757	745	729	727	1206	24	.	737	657	597	.	1075	
8	720	744	734	722	725	1200	25	.	577	572	568	.	1281	
9	731	725	727	731	729	1213	26	.	579	576	774	.	1194	
10	813	808	764	715	639	1213	27	.	700	580	550	.	1075	
11	782	782	753	718	626	1194	28	.	552	522	546	.	1289	
12	903	917	834	729	611	1424	29	.	619	575	542	.	986	
13	813	844	788	724	650	1187	30	.	613	524	538	.	1040	
14	888	895	822	731	616	1090	37	.	515	539	571	.	1483	
17	766	750	716	665	587	1304	38	.	539	559	574	.	1956	
	a.	b.	c.	d.	e.	f.		a.	b.	c.	d.	e.	f.	

Az a és c . oszlopban hiányzó értékek a jelzett egyenletek szerint nem voltak kiszámíthatók, mert mint előbb említettem, az illető egyenletek alkalmazásának határa $\mu < \frac{1}{3} l$, és csak a kiszámított rángásoknál állott fenn ez a viszony.

Az a és b oszlopok kiszámításakor a rángási görbe kezdetének, tehát a lappangási időszakasznak ismeretére nem volt szükség, és mégis úgy látjuk, hogy ezek az értékek elég jó összehangzásban vannak a c d és e oszlopokban található többi értékkel. — Valamiennyi közt legesekélyebb ingadozást mutat és így legszabályosabb a d oszlop, a melynek értékeinél a számítás alapjául a fordulópont időértéke szolgált, és az oszlop értékei körülbelül a középére esnek az a és az e oszlopok értékei közt, a mi ismét a Th időpont eltolódását bizonyítja, minthogy a Th nagyobbodása a 10-ik egyenletben a v nagyobbodását, *Jendrassik* 24-ik egyenletében pedig annak kisebbedését okozza; a b oszlop értékeinek különbségét a fordulópont helyén lemért görbe-

magasságnak (Hw) az izomnyújtás miatt, kisebb voltából lehet származtatni.

Valamennyi többi oszlopnak értékeitől messze elütnek az f oszlop értékei, a melyeknél, a számításnál, a görbe látható kezdetétől mért időértékek szolgáltak alapul. E szerint is az ingerület az ingerlés pillanatában támad, lappangási időszakasza tehát nincs.

A lengési idő.

A rángások sorszáma	$T=3 (T_m-Th)$	a 17-ik	a 15-ik	$T=2 T_m-T_w$	a 15-ik egyen- lettel, a T_m -et a görbe kezde- től mérve
		egyenletek szerint			
5	0·124	0·123	0·126	0·126	0·114
6	0·126	0·125	0·124	0·124	0·112
7	0·128	0·126	0·128	0·128	0·117
8	0·128	0·126	0·128	0·128	0·117
9	0·128	0·128	0·128	0·129	0·117
10	0·125	0·125	0·132	0·129	0·116
11	0·123	0·125	0·130	0·129	0·114
12	0·122	0·121	0·130	0·129	0·113
13	0·121	0·119	0·128	0·125	0·113
14	0·121	0·120	0·131	0·128	0·117
17	0·117	0·108	0·113	0·122	0·105
18	0·126	0·125	0·128	0·128	0·113
23	0·116	0·116	0·115	0·112	0·102
24	0·118	0·107	0·120	0·116	0·105
25	0·118	0·117	0·118	0·118	0·099
26	0·120	0·117	0·118	0·119	0·102
27	0·116	0·101	0·122	0·120	0·102
28	0·119	0·115	0·122	0·118	0·098
29	0·115	0·114	0·123	0·121	0·102
30	0·113	0·110	0·129	0·118	0·108
37	0·117	0·118	0·113	0·119	0·090
38	0·119	0·115	0·111	0·113	0·093

E táblázatban sem volt az a és a b oszlopok értékeire a lappangási időszakasznak semmi hatása, és az értékek úgy egymás közt, mint néhány kivétellel a c és a d oszlopokban foglalt értékekkel is szép összhangzást mutatnak, bár ez utóbbiaknak kiszámítása az ingerlés pillanatától mért időértékek szerint történt. — Figyelmet érdemlő különbséget csak az e oszlop értékei mutatnak, a melyeknek kiszámításából a rángási görbe kezdetétől mért időket használtam föl. E táblázat adatai szerint sincs

tehát az ingerületnek az izom közvetetlen ingerlésekor lappangási időszakasza.

A rövidülési hullám hossza.

A rágások sorszáma	a 13-ik	a 11-ik	$l = \mu \frac{2 T_m - T_w}{T_w}$	$l = \frac{3 \mu (T_m - T_h)}{3 T_h - T_m}$	ugyanaz egyen- lettel a rágás kezdetétől mért időértékek alap- ján
	egyenlet szerint				
5	94	94	92	87	147
6	87	86	89	95	164
7	96	94	93	93	154
8	94	92	92	92	154
9	93	94	94	92	155
10	101	101	92	77	152
11	98	96	92	76	147
12	111	100	94	78	174
13	101	98	89	74	144
14	108	107	93	69	132
17	81	89	81	80	152
18	87	79	84	80	156
23	71	.	71	.	125
24	79	.	69	.	127
25	68	.	67	.	151
26	68	.	68	.	143
27	71	.	66	.	125
28	64	.	64	.	153
29	71	.	65	.	113
30	68	.	63	.	117
37	61	.	68	.	175
38	62	.	65	.	233
	a.	b.	c.	d.	e.

A hullám hosszára vonatkozó táblázatnak *a* és *b* oszlopai-
ban foglalt értékekre, hasonlóképen mint az előbbi táblázatok-
ban, a lappangási időszakasznak sem hiánya, sem létele nem
folyt be az eredményre. Ez értékekkel jól egyeznek a *c* és *d* osz-
lopok értékei; a hol különbség van, ott a *c* oszlop értéke közép-
érték. — Figyelembevehető különbséget csak az *e* oszlop értékei
mutatnak, a többi oszlopok értékeihez képest; ezekhez az eltérő
értékekhez a kiszámításra szükséges időhosszakat a görbe
látható kezdetétől mértem. — E táblázat is azt bizonyítja, hogy
az ingerületnek lappangási időszakasza nincs.

A 18-ik egyenlet által meg van adva a mód arra, hogy a
T_m hossza, vagyis a rágás valóságos kezdetének a rágási görbe
legmagasabban álló pontjától való távolsága kiszámítható legyen;

e kiszámított értékeket összehasonlíthatjuk az ingerlés pillanatától, illetőleg a rángás látható kezdetétől mért T_m értékekkel. A 18-ik egyenlet útján nyert értékeket hasonlóképen össze kell hasonlítanunk a már előbb közölt, és a hasonló célra szolgáló 5-ik egyenlet szerint kiszámított értékekkel, illetőleg a kétféle számítási módon megállapított lappangási időket egymással. Ez összehasonlítás könnyen megtehető a következő táblázatban. (l. 68. l.)

A lappangási időszakasz értéke az összes rángások feleszámban + illetőleg — értelemben 1·5 mm.-nél kisebb. Ennyi különbségtől a kiszámításban a le mérés nem tökéletes pontossága mellett el lehet tekinteni, s mondhatjuk, hogy a táblázatban foglalt rángásoknak fele számában a T_m kiszámított ideje összeegyezzel az ingerlés pillanatától mért T_m időértékkel. — A jobb összeegyezzést a kezdeti rángások, és a pihenés után nyert rángások mutatják.

A rángásoknak másik felében a számítás útján nyert érték jobban eltér ugyan a le mért értékektől, de ezeknél is a kiszámított görbekezdet közelebb áll az ingerlés pillanatához általában, mint a rángás látható kezdetéhez, és az értékkülönbségek + és — irányban körülbelül egyenlők.

E nagyobb eltéréseket a le mérés hibájából származhatni nem lehet, hanem a görbe alakváltozásának kell betudnunk. Minthogy pedig az eltérések + és — irányban mutatkoznak, az alakváltozásnak olyannak kell lennie, a mely kétféle irányban és nem egyenlő arányban fejlődik. A táblázatban föltűnő, hogy a különbségek a táblázat első felében + értékűek, a táblázat második felében ellenkezőleg — jelűek.

A + irányú különbség a rángási görbe emelkedéseinek nyújtás okozta visszamaradása által van föltételezve a T_h illetőleg a T_m időpontban; ez által a 4-ik egyenletbe befoglalt $T_m - T_h$ érték és hasonlóképen a 18-ik egyenletben előforduló $\frac{H_w}{H_m}$ is kisebb lesz, a valóságosnál; ellenben az izom kisebb fokú megnyúlása nem változtatja meg a T_w időt, a fordulópont pillanatát.

A görbék sor-száma	T_m			T_I az a és a_c oszlopok értékeiből	T_U az 5-ik egyenlet szerint ki-számítva	T_L közép érték	T_l görbék lemérve
	lemérve						
	az ingerlés pillanatától mérve	a görbe kezdetétől mérve	a 18-ik egyenlet szerint ki-számítva				
	a	b	c				
5	68.5	61.9	67.2	+1.3	+1.2	+1.2	6.6
6	68.1	61.8	69.2	−1.1	−1.6	−1.3	6.3
7	69.6	63.4	68.4	+1.2	+0.1	+0.6	6.2
8	69.5	63.3	68.6	+0.9	−0.1	+0.4	6.2
9	69.7	63.5	69.9	−0.2	+0.1	0	6.2
10	70.4	62.0	66.9	+3.5	+3.8	+3.6	8.4
11	70.0	61.4	67.4	+2.6	+3.6	+3.1	8.6
12	70.0	59.4	63.6	+6.4	+6.0	+6.2	10.6
13	68.3	60.4	63.8	+4.5	+3.5	+4.0	7.9
14	69.4	61.4	63.7	+5.7	+5.8	+5.7	8.0
17	68.5	57.9	64.6	+3.9	+4.5	+4.2	10.6
18	71.0	62.9	69.5	+1.5	+0.2	+0.2	8.6
23	67.5	69.3	67.8	−0.3	+0.9	+0.3	8.2
24	68.1	69.3	70.8	+7.3	+1.0	+4.1	8.8
25	69.8	68.5	69.1	+0.7	+0.8	+0.7	11.3
26	69.9	69.9	69.5	+0.4	0	+0.2	10.0
27	71.1	69.3	66.4	+4.7	+3.9	+4.3	11.8
28	70.3	68.9	69.8	+0.5	−0.1	+0.2	11.4
29	71.9	59.8	66.4	+5.2	+5.6	+5.4	12.1
30	70.8	58.6	60.7	+10.4	+4.5	+7.4	12.2
37	68.9	57.3	75.6	−6.7	−0.4	−3.5	11.6
38	67.4	55.9	69.9	−2.5	−3.5	−3.0	11.5
41	67.2	58.1	66.0	+1.2	+1.3	+1.2	9.1
42	69.5	60.7	71.7	−2.2	+3.6	+0.7	8.8
43	67.9	58.2	67.2	−0.7	+0.2	−0.2	9.0
44	66.9	57.8	67.6	−0.7	−0.6	−0.6	9.1
45	66.1	57.5	71.9	−5.8	+2.7	−1.5	8.6
46	68.6	60.1	72.6	−4.0	−4.8	−4.4	8.5
47	67.8	59.1	71.9	−4.1	−3.0	−3.5	8.7
48	68.3	57.4	69.4	−1.1	−0.5	−0.8	10.9
51	67.4	59.2	78.2	−10.8	−5.8	−8.3	8.2
52	70.1	58.9	76.7	−6.6	−2.6	−5.6	11.2
53	68.9	58.0	74.4	−5.5	−3.2	−4.3	10.9
54	71.3	60.1	72.9	−1.6	−2.2	−1.9	11.2
55	68.4	57.5	75.4	−7.0	−2.6	−4.8	10.9
56	70.0	58.7	79.2	−9.2	−6.0	−7.6	11.3
57	70.7	59.2	75.1	−4.4	−3.1	−3.7	11.5
58	71.2	59.4	80.5	−9.3	−3.7	−6.5	11.8

A nagyobb fokú megnyúláskor, illetőleg a rugalmasság csökkenésekor az elfáradás hatása alatt azonban úgy látszik, hogy a fordulópont is eltolódik helyéből, még pedig többnyire ellenkező irányban mint a *Th*, ugyanis közeledik a görbe kezdetéhez. A föltüntetett különbségek előidézésére azonban nagyon csekély eltolódás is elégséges már; különösen a 18-ik egyenlet használatánál a hiba jelentékenyen sokszorozódik.

A kísérlet folyamán a számítások eredményében látszó nagy különbségek is, a mondottak szerint, a rángási görbe elváltozását bizonyítják a megnyúlás miatt; de bizonyítják azonkívül azt is, hogy e megnyúlás nélkül a görbe lefolyása teljesen megfelel egy eredményes sinus görbének.

Végre még egy tényt akarok fölemlíteni, annak a tételnek a további bizonyítására, hogy az ingerületnek nincs lappangási időszakasza.

Jendrassik levezetéseiből kitűnik, hogy a következő kifejezések:

$$\frac{Hw}{Hm} = \sin \frac{\pi \mu}{2 l} = \cos \pi \frac{Tm}{T} = \cos \pi \frac{Tm - Tw}{T}.$$

Ezek tehát egyenlő értékek.

A lemért görbékre vonatkozólag megtettem az összehasonlítást, és a kiszámított értékeket a következő táblázatban csoportosítottam:

Sorszám	Az ingerlés pillanatától mért értékek szerint számítva			$\frac{Hw}{Hm}$	A rángási görbe kezdetétől mért értékek szerint számítva		
	$\sin \frac{\pi \mu}{2 l}$	$\cos \pi \frac{Tm}{T}$	$\cos \pi \frac{Tm - Tw}{T}$		$\sin \frac{\pi \mu}{2 l}$	$\cos \pi \frac{Tm}{T}$	$\cos \pi \frac{Tm - Tw}{T}$
5	0·44931	0·44541	0·44516	0·43243	0·28346	0·29098	0·42736
6	0·45813	0·46356	0·45865	0·46788	0·25460	0·25966	0·44932
7	0·43994	0·44437	0·43288	0·42592	0·27144	0·27703	0·43182
9	0·43550	0·43680	0·43182	0·43667	0·27144	0·29098	0·42657
11	0·44931	0·44437	0·44201	0·41753	0·28429	0·29098	0·39288
13	0·45399	0·45425	0·45062	0·40721	0·28931	0·29098	0·41760
23	0·56209	0·56832	0·54927	0·55830	0·33271	0·33381	0·54925
25	0·59154	0·59762	0·58401	0·58333	0·27592	0·27871	0·58401
27	0·59902	0·60042	0·59692	0·56153	0·33271	0·33381	0·57071
29	0·60668	0·60437	0·59926	0·56000	0·36650	0·36461	0·55847
	a.	b.	c.	d.	e.	f.	g.

Az *e* és *f* oszlopok kivételével a többi oszlopok értékei elég jó összeegyeztést mutatnak. Különösen fontos a *g* oszlop, a mely-

ben a T értéke a $T_m - Th$ lemért időből van kiszámítva *Jendrassik* 25-ik egyenlete útján, és a melynek értékei különböznek a szintén a rángási görbe látható kezdetétől mért adatok szerint kiszámított e és f oszlop értékeitől, ellenben összeegyező a többiekkel; a mi azt jelenti, hogy a g . oszlopban a lappangási időszakasz elhagyása a lemerésnél nem okozott hibát, mert úgy a $T_m - Th$ valamint a $T_m - T_m$ értékeknél, a lappangási időszakasz $+$ és $-$ értékkel szerepel. Az e és az f oszlop értékei a lappangási időszakasz kihagyása miatt egészen elütővé váltak a hasonló módon mért g oszlop értékeitől, és így a rángás lappangási időszakaszát az ingerület tartamába be kell számítani, mert az ingerület az ingerlés pillanatában kezdődik.

Befejező észrevételek.

Nagyszámú izomgörbe elemzéseimnek alapján ujonnan bebizonyítottam azt a föltűnő egyezést, a mely egyfelől a görbén közvetlenül lemért, és másfelől, részint *Jendrassik* által a hülálmélet alapján kifejtett egyenletek, részint pedig az ezekből levezetett újabb egyenletek szerint a rángási görbék kinematikai tényezőinek kiszámított értékei közt fennáll; ez által egyszersmind további bizonyítékokat szolgáltattam arra nézve, hogy a *Jendrassik* összehúzóási elmélete a legérzékenyebb, és így a legmegbízhatóbb, ugyanis a quantitativ bíráló módszernek alávetve olyan messze határig pontosnak bizonyúl, a melynél messzebb a physikai kísérletek pontossága sem terjed; ez nyilván mindenkinek eléggé szembeötlő, a ki elfogulatlanul akar és képes bírálni.

Hogy az értékek lemerésénél a görbének kifejlődési szakaszára szorítkoztam, azért történt, mert a görbének a visszafejlődési szakasza az eső súlynak hatása alatt szembetűnően elváltozik. A megnyúlás, a visszasülyedéskor általában azt eredményezné, hogy a visszafejlődés rövidebb idő alatt menjen végbe, mint a kifejlődés; ez, leginkább az erőteljes és még ki nem fáradt békaizmokon rendszeren tapasztalható is; de viszont látnunk olyan rángási görbéket is, a melyeken a visszafejlődési szakasz hosszabb. A mióta az aperiodikus lengés Du Bois Reymond

dolgozatai útján ismeretessé vált, azzal meg van adva az alap, a melyen a rángásnak ilyenszerű lefolyása matematikai úton elemezhető, a mint *Jendrassik* nemcsak hogy már régen így vélekedett, hanem alkalmilag olyan vizsgálati módszert is talált, a melylyel ez, a rángási görbén mutatkozó változó alakmódosulat, a tárgyalásra megfelelő alapot nyert.

Vizsgálataim a rángás kinematikai tényezőinek meghatározó módjaihoz annyiban járulnak kiegészítőleg, hogy különféle számításmódok segítségével bemutattam azoknak az értékeknek egyező voltát, a melyek *egy* görbére vonatkoznak.

Kitűnt továbbá, hogy *az ingerületnek az izom közvetlen ingerlésekor lappangási időszakasza nincs, az ingerület beállásának pillanata tehát az ingerlés pillanatával összeesik, s az emelkedéseknek időértékei innen számítandók.*

Végre a fordulópont ideje, a rángás tényezőinek kiszámításánál, megbízhatóbbnak bizonyult, mint a félmagasság ideje.

észrevételek Thanhoffer Lajos urnak «Adatok a harántesiku izmok szerkezetére és idegvégződéséhez» czimű székfoglaló értekezéséhez. *Jendrassik Jenőtől.* — V. A Vampyrella fejlődése és rendszertani állása. (Két táblával.) *Klein Gyulától.* — VI. Az Aquilegiák rendszere és földrajzi elterjedése. (Systema et area Aquilegiarum geographica.) *Dr. Borbás Vinczétől.* — VII. A szénkönyvek égése chlörgázban. *P. Kiss Károlytól.* — VIII. Adatok a növények, különösen az Euphorbiaceák tejnedvének ismeretéhez. (Két táblával.) *Diets Sándortól.* — IX. Helyreigazító észrevételek Jendrassik Jenő ur «Helyreigazító» etc. «Észrevételeire». *Thanhoffer Lajostól.* — X. Adatok a Cestodák ismeretéhez, a Solenophorus Megalocephaluson megejtett vizsgálatok alapján. (Tizenhét ábrával.) A heidelbergi egyetem állattani intézetéből. *Dr. Roboz Zoltántól.*

Tizenharmadik kötet 1883.

I. A Clavulina Szabói-rétegek, az Eugeneák és a tengeri Alpok területén, — és a krétakori «Scaglia» az Eugeneákban. (Négy táblával.) *Hantken Miksától.* — II. Az Eremocoris-fajok magánrajza. (Két táblával.) *Horváth Gézáltól.* — III. A modern zoologia szempontjai s czéljai. (Székf.) *Kriesch Jánostól.* — IV. A rovarok dimorphismusáról. (Egy tábla rajzzal.) (Székf.) *Horváth Gézáltól.* — V. A parádi timsós, Ilonavölgyi timsós és a Clarisse-forrás vizének vegyelemzése. *Dr. Lengyel Bélától.* — VI. A Sibrai (Sivabrada) fürdő ásványvizének vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — VII. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. (III. füz.) Közli Jendrassik Jenő. 1. A folyadékok áramlása hajszálcsövekben. (Öt ábrával.) 2. Adatok a felérnyeloidatok átszivárgásához. *Dr. Regéczi Nagy Imrétől.* — VIII. Új vagy kevésbbé ismert hasgombák. Gasteromycetes novi vel minus cogniti. (Öt táblával.) *Kalchbrenner Károlytól.* — IX. Az állatország rendszeres osztályozása, különös tekintettel az újabb állattani rendszerekre. (Egy rajztáblával.) (Székf.) *Dr. Margó Tivadartól.* — X. A czemétei ásványviz vegyteni elemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — XI. Hymenoptera nova Europaea et exotica. Európai és másföldi új Hártyaröptűek. *Mocsáry Sándortól.* — XII. Hunyadmegye ásványvizei. *Dr. Hankó Vilmostól.* — XIII. Vizsgálatok a löcsei m. k. főreáltanoda vegyteni intézetéből. *Dr. Steiner Antaltól.* — XIV. A petroleum lobbánási pontja meghatározásának egy új módszere. *Liebermann Leótlól.* — XV. Adatok a Cilioflagelláták ismeretéhez. (Véglénytani tanulmány. Egy rajzlappal.) *Dr. Daday Jenőtől.*

Tizennegyedik kötet. 1884.

I. Egy tömegesen tenyésző légyfaj az Alsó-Duna mellékéről. (Thalassomia congregata.) (Három tábla rajzzal.) *Dr. Tömösváry Ödöntől.* — II. A lakáviszonyok befolyása a cholera és typhus elterjedésére. *Dr. Fodor Józseftől.* — III. A csigolyaközötti dűczok és ideggyökök fejlődéséről. (Két tábla rajzzal.) *Dr. Ónodi A. D.-től.* — IV. A keleti Kárpátok geológiai viszonyai. (Két szelvénynyel.) *Dr. Primics Györgytől.* — V. A külső hőmérsék befolyása a csecsemők szervezetére. *Dr. Erőss Gyulától.* — VI. Új adatok a Buda-nagykovácsi hegység és az esztergomi vidék föld- és őslénytani ismeretéhez. *Dr. Hantken Miksától.* — VII. A folyami rák zöld mirigyének boncz-, szövet- és élettana. (Két táblával.) *Szigethy Károlytól.* — VIII. Tanulmány a Najadeák szövettanából. (Négy táblával.) *Ifj. Apáthy Istvántól.* — IX. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. III. közlemény. (Egy fametszettel, hat táblázattal s egy színes körajzzal.) *Dr. Högyes Endrétől.* (Székf.)

Tizenötödik kötet. 1885. (1—19.)

I. Ásványelemzési közlemények. *Loczka Józseftől.* — II. Gróf Széchenyi Béla közép-ázsiai expedíciójának növénytani eredményeiről. (Székf.) *Kanitz Ágosttól.* — III. Selmecz geológiai viszonyainak előzetes ismertetése. *Dr. Szabó Józseftől.* — IV. A tátrafüredi Hygiea-forrás vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — V. A koronahegyi fürdő (Smerdzonka) kénészvizének vegyelemzése. *Scherfel V. Auréltól.* — VI. A Bereg megyében levő bilasovici Irma-forrás ásványvizének vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól.* — VII. A szilási források chemiai elemzése. (Székfoglaló.) *Than Károlytól.* — VIII. A bártfai fürdő ásványvizeinek chemiai elemzése. *Dr. Ossikovszky Józseftől.* — IX. A vámfalusi és túrvékonyi ásványvizek vegyelemzése. *Nendtvich Károlytól.* —

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

Első kötet. 1867—1870. — Második kötet. 1870—1871. — Harmadik kötet. 1872. — Negyedik kötet. 1873. — Ötödik kötet. 1874. — Hatodik kötet. 1875. — Hetedik kötet. 1876. — Nyolcadik kötet. 1877. — Kilencedik kötet. 1878—1879. — Tizedik kötet. 1880.

Tizenegyedik kötet. 1881.

I. Az associált szemmozgások idegmechanismusáról. 2 fametszettel. (Második közlemény. II. rész. Az idegrendszer egyes részeinek befolyásáról az önkénytelen associált szemmozgásokra.) *Dr. Högyes Endrétől.* — II. A Frusca-gora aquitaniai flórája. 4 táblával. *Dr. Staub Mórictől.* — III. A pinguicula és utricularia sejtmagjaiban előforduló krystalloidookról. (Egy táblával.) *Klein Gyulától.* — IV. Vegyerélytani vizsgálatok. (II. értekezés.) *Dr. Than Károlytól.* Egy tábla kör rajzzal. — V. Ujabb tanulmányok a kámforesoport köréből. *Balló Mátyástól.* — VI. A homorodi vasas savanyuvíz-források chemiai elemzése. *Dr. Solymosi Lajostól.* — VII. A solymosi hideg savanyu ásványvíz chemiai elemzése. *Dr. Hankó Vilmostól.* — VIII. Önműködő higanylégsvivattyu. *Schuller Alajostól.* Egy rajzzal. — IX. Adatok a Mecsekhegység és dombvidéke jurakorbeli lerakódásainak ismeretéhez. (II. Palaeontologiai rész.) *Böckh Jánostól.* 10 tábla rajzzal. — X. A carludovica és a canna gunmijáraitól. *Szabó Ferencztől.* Egy táblával. — XI. Budapest főváros ivóvízei egészségi szempontból s néhány ásványvíz elemzése. *Balló Mátyástól.* — XII. Emlékbeszéd William Stephen Atkinson külső tag felett. *Dr. Duka Tivadartól.* — XIII. Adatok a harántesiku izmok szerkezete- és idegvégződéséhez. (Székfoglaló értekezés.) — *Thanhoffer Lajostól.* Egy 4-es réti tábla rajzzal. — XIV. A mohai (fehértanyai) Agnes-forrás vegyelemzése. *Dr. Lengyel Bélától.* — XV. Egy újabb szerkesztetű, vízszivattyuval combinált higany-légsvivattyuról. *Dr. Lengyel Bélától.* Egy tábla rajzzal. — XVI. Az elzöldült szarkaláb mint morphologiai útmutató. *Borbás Vinczétől.* Egy tábla rajzzal. — XVII. A víznek képződési melegéről. *Schuller Alajostól.* — XVIII. Békés vármegye flórája. *Dr. Borbás Vinczétől.* — XIX. Rendhagyó közgombák. *Hazslinszky Frigyesztől.* Rajzokkal. — XX. Dolgozatok a k. m. tud. egyetem élettani intézetéből. Közli *Jendrassik Jenő.* (I. Adatok a szűrődés tanához. *Regéczy Nagy Imre tr. tanársegédétől.* II. A gyomor hámszejteiről. *Ballagi János tr. élettani gyakornoktól.* III. A zsírfelszívódáshoz a gyomorban. *Mátrai Gábor orvostanhallgatótól.* IV. A zsírok átszivárgásáról, nevezetesen az epe befolyása alatt. *Hutyra Ferencz orvostanhallgatótól.* Rajzokkal.) — XXI. Emlékbeszéd *Kenessey Albert* felett. *Galgóczy Károlytól.* — XXII. A tudományok haladásának befolyása a selmeczvidéki bányamivelésre. *Péchy Antaltól.* — XXIII. Vegyerélytani vizsgálatok. A calorimetrikus mérések adatainak összehasonlításáról. *Than Károlytól.* — XXVI. Közlemények a m. kir. egyetem vegytani laboratoriumából. Bemutatta *Than Károly.* (I. A borkősav száraz lepárlási terményeiről. *Liebermann Leótól.* II. Adatok a Carbonylsulfid physikai sajátosságaihoz s tiszta Carbonylsulfid előállítása. 2-ik közlemény. *Ilosvay Lajostól.*) — XXV. Közlemények az állatorvosi tanintézet vegytani laboratoriumából. *Liebermann Leótól.* (I. A kénessav kimutatása a borban és más folyadékokban II. Egy készütlék könnyen olvadó fémek és öntvények olvadási pontjának meghatározására.) Egy rajzzal. — XXVI. A hydrogen hyporoxyl képződése égés közben. II. Válasz a víz képződési melegének ügyében. *Schuller Alajostól.*

Tizenkettedik kötet 1882.

I. Baryt és Cerusit Felekesről Borsodmegyében. (Négy könyomatú táblával.) *Schmidt Sándortól.* — II. Kristálytani és optikai vizsgálatok az aranyhegyi Amphibolon. (Egy képtáblával.) *Franzenau Ágostontól.* — III. Értekezések a myo-mechanika köréből. *Jendrassik Jenőtől.* — IV. Helyreigazító